



**Carla Sofia da Conceição Caetano Lage**

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

## **Análise de Ciclo de Vida comparação entre livros impressos e livros digitais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente – Perfil Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Professora Doutora Maria Paula Baptista da Costa  
Antunes, Professora Catedrática, FCT / UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Jorge Fernandes Ferreira dos Santos  
Arguente: Prof. Doutor Nuno Miguel Ribeiro Videira da Costa  
Vogal: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Paula Baptista da Costa Antunes



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Dezembro 2014**





**Carla Sofia da Conceição Caetano Lage**

Licenciada em Ciências de Engenharia do Ambiente

## **Análise de Ciclo de Vida comparação entre livros impressos e livros digitais**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia do Ambiente – Perfil Gestão e Sistemas Ambientais

Orientador: Professora Doutora Maria Paula Baptista da Costa  
Antunes, Professora Catedrática, FCT / UNL

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rui Jorge Fernandes Ferreira dos Santos  
Arguente: Prof. Doutor Nuno Miguel Ribeiro Videira da Costa  
Vogal: Prof.<sup>a</sup> Doutora Maria Paula Baptista da Costa Antunes



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Dezembro 2014**



## **Análise de Ciclo de Vida - comparação entre livros impressos e livros digitais**

Copyright © Carla Sofia da Conceição Caetano Lage, Faculdade de Ciências e Tecnologia,  
Universidade Nova de Lisboa

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## **Agradecimentos**

---

A presente dissertação foi concluída com apoio de várias pessoas, às quais quero deixar uma palavra de agradecimento.

Agradeço à Professora Doutora Maria Paula Baptista da Costa Antunes, pelo apoio e compreensão que demonstrou ao longo de todo o processo, especialmente na fase final.

À minha família e amigos agradeço pelo apoio, incentivo, paciência e compreensão que me demonstraram ao longo destes anos, e em particular nestes últimos meses.





A palavra escrita tem sido, desde sempre, uma importante ferramenta de disseminação de conhecimento, e com o desenvolvimento e crescimento da internet, bem como da capacidade para armazenar dados em formato digital, o acesso à informação tornou-se ainda mais fácil e rápido. Como consequência do aumento da procura destes conteúdos por parte do público, várias publicações passam a estar presentes nos dois formatos, impresso e digital, incluindo-se jornais, revistas, livros, entre outros.

No caso dos livros em particular, tanto a oferta como a procura de edições no formato digital têm vindo a aumentar nos últimos anos: segundo a publicação “The Guardian”, a empresa “Amazon”, em 2012, terá vendido mais livros no formato digital do que em papel. Com este aumento da procura cresce também a oferta de aparelhos dedicados à leitura de livros em formato digital.

Um dos pontos mais referidos a favor dos livros em formato digital é o facto de ser evitada a produção/gasto de papel e tinta, bem como a distribuição, quando comparado com livros impressos. Por outro lado, tanto a produção como a distribuição e uso dos aparelhos para leitura de livros digitais, tem custos ambientais que é necessário considerar. Pelo que se torna relevante estudar estas variáveis com mais atenção.

Este estudo tem como objetivo fazer uma comparação do ciclo de vida entre livros impressos e digitais, seguindo a metodologia de Análise de Ciclo de Vida. No entanto, devido à quantidade de dados necessários para proceder a uma ACV, e à dificuldade em obtê-los, esta análise foi realizada com base em informação publicada, sendo descritas as etapas do ciclo de vida de cada produto, incluindo a produção de matérias, montagem, distribuição, uso e fim-de-vida. Adicionalmente foi feita uma análise dos resultados obtidos em estudos semelhantes, segundo os quais a leitura de livros no formato digital apresenta um menor impacte ambiental, quando comparada com a dos livros impressos.

**Palavras-Chave:** Livro impresso; Livro digital; Leitor de livros digitais; Análise Ciclo de Vida; Impacte Ambiental



The written word has always been an important tool for knowledge dissemination, and with the development and growth of internet, as well as the ability to store data in a digital format, the access to that information has become even easier and faster. As a result of an increasing demand from the public, the contents of several publications are now presented in two formats, printed and digital, including newspapers, magazines, books, among others.

Particularly for the book industry, both the supply and the demand for digital editions has been increasing in recent years, according to the "The Guardian", in 2012, the Amazon company sales of digital books have overtaken the number of printed ones. With this increase also grows the supply of devices that are primarily designed for the purpose of reading digital books.

One of the most mentioned aspects in favor of digital books is the fact that the production/consumption of paper and ink, as well as the distribution costs, can be avoided, when compared with printed books. On the other hand, the production, distribution and use of the digital book reading devices, have environmental burdens associated that need to be considered, becoming relevant to study these variables with more attention.

The purpose of this study is to present a comparison between the life cycle of both printed and digital books, following the Life Cycle Assessment methodology. However, due to the amount of data needed to carry out a LCA, and the difficulty to obtain it, this analysis was based on published information, being described all the steps in the life cycle of each product, including the material production, manufacturing, distribution, use and end-of-life stages. Additionally this study also provides the outcomes obtained from similar studies, according to which the reading on a digital book format has a lower environmental impact, when compared with the one of the printed books.

**Keywords:** Printed book; E-book; E-reader; Life-Cycle Assessment; Environmental Impact



Agradecimentos .....	v
Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
Índice .....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xvii
1. Introdução .....	1
1.1 Enquadramento e Relevância do Tema .....	1
1.2 Objetivos e Âmbito .....	2
1.3 Metodologia Geral.....	3
1.4 Organização.....	3
2. Sector do Livro .....	5
2.1 Organização do Sector em Portugal.....	5
2.2 Publicação de Títulos em Portugal.....	9
2.3 Hábitos de Leitura em Portugal .....	12
2.4 Hábitos de Leitura nos EUA .....	14
2.5 Ebooks e Mudanças no Mercado Editorial .....	16
2.6 Auto-publicação .....	17
3. Livro Impresso vs Livro Digital.....	21
3.1 Livros Impressos .....	21
3.1.1 Produção de Livros Impressos .....	22
3.2 Livros Digitais.....	25
3.2.1 Venda de ebooks .....	27
3.2.2 Consumo de Energia.....	27
3.2.3 Dispositivo para leitura de livros digitais .....	28
3.2.4 Produção de e-readers.....	29
3.2.5 Diretiva REEE .....	31

4.	Análise de Ciclo de Vida.....	33
4.1	O Conceito .....	33
4.2	História.....	34
4.3	Descrição Geral .....	36
4.4	Metodologia .....	37
4.5	Benefícios de um estudo ACV .....	38
4.6	Limitações de um estudo ACV .....	39
4.7	Streamlining – Formas de Ultrapassar os Obstáculos na ACV .....	40
4.8	Software em ACV .....	42
5.	Metodologia ACV aplicada aos livros .....	45
5.1	Definição dos Objetivos e Âmbito do Estudo .....	45
5.1.1	Objetivos e âmbito do Estudo.....	45
5.1.2	Descrição da Unidade Funcional.....	46
5.1.3	Limites do Sistema .....	46
5.1.4	Descrição do Sistema .....	47
5.2	Análise de Inventário.....	52
5.2.1	Livros Impressos .....	53
5.2.2	Livros Digitais.....	57
5.3	Análise de Impacte.....	61
5.4	Interpretação .....	67
6.	ACV em Trabalhos sobre Publicações Impressas vs Digitais .....	69
6.1	Printed Scholarly Books and E-book Reading Devices: A Comparative Life Cycle Assessment of Two Book Options .....	69
6.1.1	Objetivos .....	69
6.1.2	Unidade Funcional .....	69
6.1.3	Limites do Sistema .....	70
6.1.4	Principais Pressupostos .....	70
6.1.5	Resultados .....	71
6.2	Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper newspaper .....	76
6.2.1	Objetivos .....	76
6.2.2	Unidade Funcional .....	77
6.2.3	Limites do Sistema .....	77
6.2.4	Principais Pressupostos .....	77
6.2.5	Resultados .....	78

6.3	Kindle vs. Printed Book An Environmental Analysis .....	81
6.3.1	Objetivos .....	81
6.3.2	Unidade Funcional .....	81
6.3.3	Limites do Sistema .....	81
6.3.4	Principais Pressupostos .....	82
6.3.5	Resultados .....	82
6.4	Síntese das Conclusões dos diferentes trabalhos .....	86
7.	Conclusões .....	87
8.	Recomendações .....	89
	Referências Bibliográficas .....	91





## Índice de Figuras

---

FIGURA 2.1: REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DA ESTRUTURA DO SECTOR DO LIVRO (DIONÍSIO, ET AL., 2012).	6
FIGURA 2.2: NÚMERO DE EMPRESAS COM ATIVIDADE PRINCIPAL DE EDIÇÃO DE LIVROS POR ANO, ENTRE 2004 E 2012 (NEVES, ET AL., 2014).	7
FIGURA 2.3: NÚMERO DE EMPRESAS COM ATIVIDADE PRINCIPAL DE EDIÇÃO CONSTITUÍDAS E DISSOLVIDAS POR ANO, ENTRE 2000 E 2013 (NEVES, ET AL., 2014).	8
FIGURA 2.4: NÚMERO DE ISBN ATRIBUÍDOS EM PORTUGAL POR ANO, ENTRE 2002 E 2013. NÚMERO TOTAL (IMPRESSO + DIGITAL) E APENAS IMPRESSO (NEVES, ET AL., 2014).	9
FIGURA 2.5: NÚMERO DE ISBN ATRIBUÍDOS A DOCUMENTOS ELETRÓNICOS POR ANO, ENTRE 2002 E 2013 (NEVES, ET AL., 2014).	10
FIGURA 2.6: NÚMERO DE REGISTOS DO DEPÓSITO LEGAL ATRIBUÍDOS EM PORTUGAL, POR ANO, ENTRE 1974 E 2013 (NEVES, ET AL., 2014).	11
FIGURA 2.7: NÚMERO DE EXEMPLARES PRODUZIDOS, POR GÉNERO E POR ANO, ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2006 (NEVES, ET AL., 2012).	12
FIGURA 2.8: EVOLUÇÃO DOS HÁBITOS DE LEITURA DOS PORTUGUESES ENTRE 1997 E 2007 (NEVES, ET AL., 2008).	13
FIGURA 2.9: FORMATOS DE LIVROS LIDOS DURANTE UM ANO, NOS EUA, POR FAIXA ETÁRIA (ZICKUHR, ET AL., 2012).	15
FIGURA 2.10: TIPO DE SUPORTE USADO PARA A LEITURA DE EBOOKS, NOS EUA, POR FAIXA ETÁRIA (ZICKUHR, ET AL., 2012).	16
FIGURA 2.11: ISBN ATRIBUÍDOS A AUTO-EDITORES NOS ANOS DE 2007 E 2013, EM PORTUGAL. VALORES TOTAIS LIVRO IMPRESSO E EBOOK (NEVES, ET AL., 2014).	18
FIGURA 2.12: ISBN ATRIBUÍDOS A AUTO-EDITORES NOS ANOS DE 2007 E 2013, NOS EUA. VALORES TOTAIS LIVRO IMPRESSO E EBOOK (BOWKER, 2014).	19
FIGURA 3.1: PERCENTAGEM DE AMERICANOS QUE LERAM LIVROS NOS ANOS DE 2011 A 2013 (PEW RESEARCH CENTER, 2014).	22
FIGURA 3.2: FASES DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE LIVROS (VTT, 2010).	23
FIGURA 3.3: PERCENTAGEM DE AMERICANOS COM LEITORES DE LIVROS DIGITAIS E/OU TABLET (PEW RESEARCH CENTER, 2014).	26
FIGURA 3.4: DINÂMICA SIMPLIFICADA DA PRODUÇÃO E RECICLAGEM DE EQUIPAMENTOS ELETRÓNICOS (MUNN, ET AL., 2007).	30
FIGURA 4.1: ESTÁGIOS DO CICLO DE VIDA DE UM PRODUTO (FERREIRA, 2004).	37
FIGURA 4.2: ESTRUTURA DE UMA ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (FERREIRA, 2004).	37
FIGURA 5.1: ETAPAS CONSIDERADAS NA ACV DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS DOIS TIPOS DE LIVROS. ....	47

FIGURA 5.2: DIAGRAMA DAS ETAPAS DE CICLO DE VIDA DOS LIVROS IMPRESSOS (KOZAK, 2003).....	49
FIGURA 5.3: DIAGRAMA DAS ETAPAS DE CICLO DE VIDA DOS LIVROS DIGITAIS (KOZAK, 2003) .....	50
FIGURA 5.4: INVENTÁRIO DE CADA ATIVIDADE CONSIDERADA NAS ETAPAS A AVALIAR (KOZAK, 2003).....	52
FIGURA 5.5: ELEMENTOS DA FASE DE ANÁLISE DE IMPACTE (FERREIRA, 2004) .....	62
FIGURA 5.6: CONCEITO DE INDICADORES DE CATEGORIA (ISO 14044:2006). .....	63
FIGURA 5.7: RELAÇÃO DOS ELEMENTOS DA FASE “INTERPRETAÇÃO” COM AS OUTRAS FASES DA ANÁLISE DE CICLO DE VIDA (ISO 14044:2006). .....	68
FIGURA 6.1: COMPARAÇÃO DAS DIFERENTES CATEGORIAS DO CICLO DE VIDA TOTAL DE LIVROS IMPRESSOS E DIGITAIS, OBTIDO POR KOZAK. ....	71
FIGURA 6.2: RESULTADOS OBTIDOS POR KOZAK PARA A CATEGORIA AQUECIMENTO GLOBAL (KG CO <sub>2</sub> EQ), POR ETAPA DO CICLO DE VIDA (ETAPAS: PRODUÇÃO DE MATERIAIS, MONTAGEM, DISTRIBUIÇÃO, USO E FIM DE VIDA).....	73
FIGURA 6.3: RESULTADOS OBTIDOS POR KOZAK PARA A CATEGORIA DEPLEÇÃO DA CAMADA DE OZONO (KG CFC-11 EQ), POR ETAPA DO CICLO DE VIDA (ETAPAS: PRODUÇÃO DE MATERIAIS, MONTAGEM, DISTRIBUIÇÃO, USO E FIM DE VIDA).....	74
FIGURA 6.4: RESULTADOS OBTIDOS POR KOZAK PARA A CATEGORIA ACIDIFICAÇÃO (KG SO <sub>2</sub> EQ), POR ETAPA DO CICLO DE VIDA (ETAPAS: PRODUÇÃO DE MATERIAIS, MONTAGEM, DISTRIBUIÇÃO, USO E FIM DE VIDA).....	75
FIGURA 6.5: RESULTADOS OBTIDOS POR MOBERG, ET AL. PARA O TOTAL DE RECURSOS ENERGÉTICOS (MJ/ANO E POR LEITOR). DADOS PARA CENÁRIO EUROPEU E SUECO. COMPARAÇÃO ENTRE A LEITURA DE UM JORNAL IMPRESSO, LEITURA DE UM JORNAL ONLINE (10 MIN. E 30 MIN) E A LEITURA NUM TABLET. ...	78
FIGURA 6.6: RESULTADOS OBTIDOS POR MOBERG, ET AL. PARA O POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL (KG CO <sub>2</sub> EQ./ANO E POR LEITOR). DADOS PARA CENÁRIO EUROPEU E SUECO. COMPARAÇÃO ENTRE A LEITURA DE UM JORNAL IMPRESSO, LEITURA DE UM JORNAL ONLINE (10 MIN. E 30 MIN) E A LEITURA NUM TABLET. ....	79
FIGURA 6.7: RESULTADOS OBTIDOS POR MOBERG, ET AL. PARA O POTENCIAL DE TOXICIDADE HUMANA (KG CDB EQ./ANO E POR LEITOR). DADOS PARA CENÁRIO EUROPEU E SUECO. COMPARAÇÃO ENTRE A LEITURA DE UM JORNAL IMPRESSO, LEITURA DE UM JORNAL ONLINE (10 MIN. E 30 MIN) E A LEITURA NUM TABLET. ....	80
FIGURA 6.8: RESULTADOS OBTIDOS POR DOWD-HINKLE PARA A CATEGORIA AQUECIMENTO GLOBAL (KG CO <sub>2</sub> EQ). COMPARAÇÃO ENTRE O KINDLE, LIVRO IMPRESSO E REB 1100 (E-READER DO ESTUDO DE KOZAK). OS DADOS PARA O LIVRO IMPRESSO INCLUEM A ETAPA DE FIM-DE-VIDA.....	83
FIGURA 6.9: RESULTADOS OBTIDOS POR DOWD-HINKLE PARA A CATEGORIA DEPLEÇÃO DA CAMADA DE OZONO (KG CFC-11 EQ). COMPARAÇÃO ENTRE O KINDLE, LIVRO IMPRESSO E REB 1100 (E-READER DO ESTUDO DE KOZAK). OS DADOS PARA O LIVRO IMPRESSO INCLUEM A ETAPA DE FIM-DE-VIDA.....	83
FIGURA 6.10: RESULTADOS OBTIDOS POR DOWD-HINKLE PARA A CATEGORIA ACIDIFICAÇÃO TERRESTRE (KG SO <sub>2</sub> EQ). COMPARAÇÃO ENTRE O KINDLE, LIVRO IMPRESSO E REB 1100 (E-READER DO ESTUDO DE KOZAK). OS DADOS PARA O LIVRO IMPRESSO INCLUEM A ETAPA DE FIM-DE-VIDA.....	84

## Índice de Tabelas

---

TABELA 2.1: PRINCIPAIS INTERVENIENTES NO SECTOR DO LIVRO EM PORTUGAL (DIONÍSIO, ET AL., 2012). ....	7
TABELA 2.2: LEITURA E ASSINATURA DE JORNAIS EM SUPORTE PAPEL OU ONLINE, EM PORTUGAL (SANTOS, ET AL., 2007). ....	14
TABELA 2.3: LEITURA E ASSINATURA DE REVISTAS EM SUPORTE PAPEL E ONLINE EM PORTUGAL (SANTOS, ET AL., 2007). ....	14
TABELA 3.1: EMISSÕES DE CARBONO PARA UM LIVRO FINLANDÊS DURANTE A SUA PRODUÇÃO (VTT, 2010)..	24
TABELA 4.1: <i>SOFTWARE</i> EM ACV (ALCOBIA, 2009). ....	42
TABELA 5.1: CATEGORIAS DE IMPACTE DE CICLO DE VIDA MAIS UTILIZADAS EM ACV (EPA, 2006). ....	65
TABELA 6.1: RESULTADO OBTIDO POR KOZAK NA ANÁLISE DE INVENTÁRIO PARA LIVROS IMPRESSOS. ....	72
TABELA 6.2: RESULTADO OBTIDO POR KOZAK NA ANÁLISE DE INVENTÁRIO PARA LIVROS DIGITAIS ....	72
TABELA 6.3: RESULTADO OBTIDO POR KOZAK NA ANÁLISE DE IMPACTE .....	72



# 1. Introdução

---

## 1.1 ENQUADRAMENTO E RELEVÂNCIA DO TEMA

O primeiro livro impresso surge em 1455 pela mão de Johannes Gutenberg, e marca o início de uma revolução cultural, pela possibilidade da reprodução de informação de forma mais rápida do que até então. Dá-se assim um aumento da quantidade de obras publicadas e das respectivas tiragens, potenciando a criação de uma rede de distribuição e comercialização. Em finais do século XV existe já por toda a Europa uma rede organizada de comércio do livro, constituída por livreiros retalhistas e agentes itinerantes/vendedores ambulantes. Durante os séculos seguintes assiste-se a uma expansão e massificação do mercado a nível global, de tal modo que o livro passa a ser um objecto banal, presente no quotidiano da sociedade.

Apesar da evolução, expansão e banalização verificada em torno da informação impressa, a indústria editorial manteve-se na sua essência, sem grandes alterações, até que surge a revolução digital. O rápido crescimento da internet vem trazer uma mudança na forma como a informação é transmitida, e consequentemente influenciar o sector editorial.

Com a melhoria da capacidade de armazenamento e transmissão de dados surgem as primeiras digitalizações e mais tarde os livros digitais. E, ainda que a sua história tenha um início incerto, não se conseguindo afirmar com certeza quem foi o seu criador, existe um marco inegável neste percurso, quando em 1971 é criado o Projeto Gutenberg. Esta iniciativa foi protagonizada por Michael S. Hart, com o objetivo que ainda hoje é a distribuição em formato digital, de livros que já se encontram em domínio público.

Nos últimos anos, tanto a procura como a oferta de livros em formato digital tem aumentado, tendo-se verificado também um aumento nos aparelhos que permitem a leitura neste tipo de formato. Em particular, os leitores dedicados e otimizados para este tipo de livros, possuindo um ecrã com tecnologia e-Ink o que torna a experiência da leitura mais próxima da 'original', em papel.

Como consequência direta do crescimento verificado neste segmento de mercado dedicado à produção equipamentos electrónicos, em particular no caso dos e-readers, surgem questões relacionadas com o impacte ambiental gerado durante o seu ciclo de vida. Não só na produção e gestão de resíduos do equipamento em si, como também em termos de consumo energético necessário para manter todo o sistema a funcionar. Ou seja, para que a

informação se mantenha disponível online para ser descarregada e usada, neste caso, para se poder aceder aos livros, é necessário armazená-los em data centres, que por sua vez necessitam de energia para se manterem operacionais. Assim, ainda que neste formato digital seja dispensável a produção de papel, impressão e distribuição, existem associados outros consumos que podem ser importantes em termos de impacte ambiental.

Apesar do crescimento que este mercado teve noutros países, nomeadamente EUA e Inglaterra, no nosso país este formato e dispositivos são ainda relativamente pouco conhecidos, estando a dar os primeiros passos.

## **1.2 OBJETIVOS E ÂMBITO**

Este estudo pretende fazer uma comparação do ciclo de vida entre livros impressos e livros em formato digital que estão disponíveis no mercado, para o público, com o objetivo de perceber qual das opções implica um menor impacte ambiental.

No entanto, dada a quantidade de dados necessários para proceder a esta ACV, e à dificuldade em obtê-los, a análise apresentada recorre sobretudo a informação publicada, procurando descrever todas as etapas e processos dos dois ciclos de vida, não sendo por isso traduzidos em valores quantitativos.

Os objetos de estudo são apenas as duas opções de livros (impresso ou digital), uma vez que apesar dos aparelhos poderem ser utilizados também para ler revistas ou jornais que tenham esta opção disponível, o ciclo de vida seria diferente conforme a periodicidade das publicações, bem como os materiais usados em cada tipo de publicação. São excluídos livros escolares e livros técnicos, sendo considerados apenas outros géneros literários (romance, ficção, policial, etc), uma vez que a formatação é um pouco mais padronizada e inclui geralmente apenas texto, tornando mais simples a definição da unidade funcional e posterior comparação.

Em relação aos livros digitais, importa definir que o tipo de suporte a ser considerado para desenvolver este trabalho são os e-readers dedicados e otimizados para este tipo de livro e ficheiro. Por um lado são a experiência mais próxima e comparável com a leitura em papel e por outro, caso fossem considerados outros dispositivos como o computador, tablets ou smartphones seria complicado atribuir uma percentagem de uso para fazer uma avaliação, uma vez que estes servem múltiplas funções.

### **1.3 METODOLOGIA GERAL**

Inicialmente foi realizada uma pesquisa para recolha de informação relacionada com o tema escolhido, que foi dividida em dois momentos. Um deles para a obtenção de dados sobre o sector do livro, e o outro para a recolha de dados específicos sobre ACV e estudos semelhantes realizados anteriormente.

Para o desenvolvimento deste trabalho foi seguida a metodologia preconizada pela ISO para a realização de estudos de Análise de Ciclo de Vida, e que inclui a definição de objetivos e âmbito, análise de inventário, análise de impacte e interpretação.

Esta metodologia foi então aplicada ao caso específico da avaliação de livros impressos e livros digitais (e aparelho de leitura); assim, na primeira fase foi descrito e definido o sistema para a análise e na fase de inventário descritas todas as etapas e tarefas realizadas durante o ciclo de vida dos produtos.

Na fase de análise de impacte e interpretação foi feita apenas uma descrição de como a informação seria classificada e categorizada.

Adicionalmente foram apresentados três estudos feitos dentro desta temática da comparação de publicações impressas vs digitais, sendo analisados os resultados por eles obtidos.

### **1.4 ORGANIZAÇÃO**

Este trabalho encontra-se organizado em 7 capítulos.

#### **1 - Introdução**

Neste capítulo introdutório é feito o enquadramento geral do tema, explicados os objetivos e a metodologia do trabalho desenvolvido.

#### **2 – Sector do Livro**

É apresentada uma breve descrição da realidade e evolução do sector do livro, com especial atenção para o aparecimento dos livros em formato digital.

### 3 – Livro Impresso vs Livro Digital

Descrição dos objetos de estudo e dos aspetos mais relevantes relacionados com os livros impressos e digitais, incluindo também os leitores de livros em formato digital. São também apresentados dados relativos a hábitos de leitura.

### 4 – Análise de Ciclo de Vida

Descrição geral deste método de análise, incluindo aspetos relacionados com os benefícios e limitação da sua aplicação, bem como indicação de *software* auxiliar na ACV.

### 5 – Metodologia ACV aplicada aos livros

Descreve detalhadamente a metodologia da Análise de Ciclo de Vida, que é usada ao longo da análise feita neste trabalho, sendo esta aplicada à comparação entre as duas opções de livros.

### 6 – ACV em Trabalhos sobre Publicações Impressas vs Digitais

Apresentação de três estudos realizados dentro desta temática, e respetiva análise e síntese dos resultados neles obtidos.

### 7 – Conclusões

São apresentadas as principais conclusões retiradas da análise efetuada neste trabalho.

### 8 – Recomendações

São indicados alguns aspetos que poderiam servir para a realização de outros trabalhos dentro desta temática.



## **2. Sector do Livro**

---

O sector editorial, a partir da segunda metade do século XV, ganha uma grande importância com a invenção da imprensa e consequente início da produção massiva de material de leitura impresso, tornando-se uma atividade que permite a ponte entre os eruditos que escrevem e o público culto e interessado que lê. Isto obriga ao desenvolvimento de todo um conjunto de novas apetências e funções para suportar as atividades de edição, impressão e comércio. Com o aumento das obras publicadas e a internacionalização do comércio do livro, o sector foi-se organizando de maneira a assegurar toda a logística com ele relacionada. A realização de feiras e a impressão de catálogos de títulos disponíveis permitem a divulgação de um número crescente de obras, tanto para livreiros como para leitores.

### **2.1 ORGANIZAÇÃO DO SECTOR EM PORTUGAL**

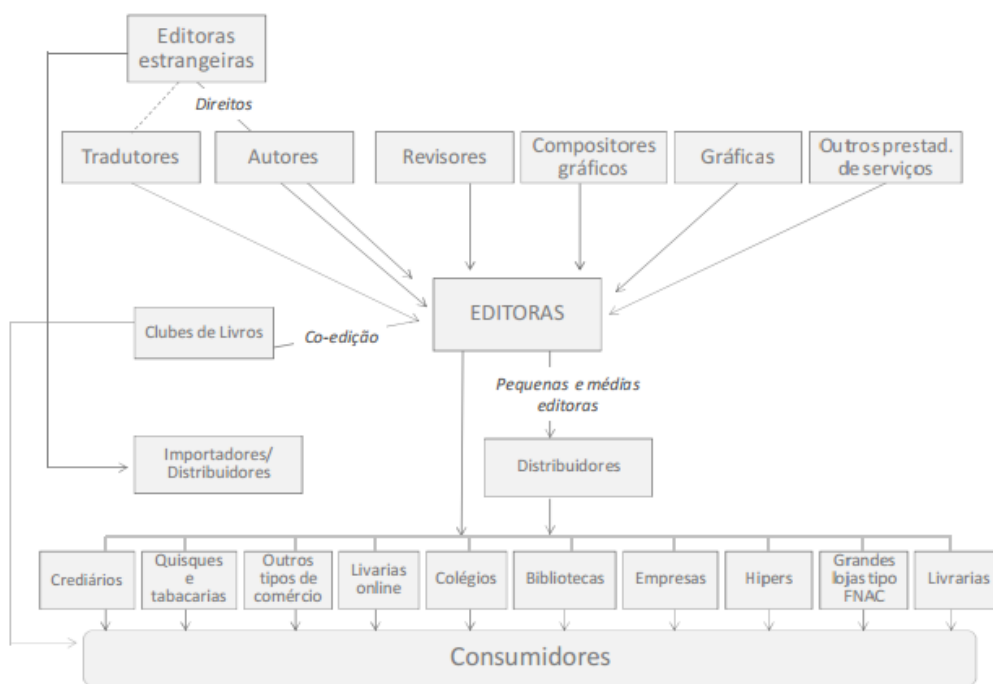
Em Portugal o sector do livro está organizado, tal como se indica esquematicamente na Figura 2.1, no qual as editoras têm um papel central, uma vez que tomam a decisão da publicação ou não de um determinado livro (Dionísio, et al., 2012).

No caso de livros de autores nacionais, a editora, para proceder à publicação do livro tem contacto com vários intervenientes, os autores, revisores, compositores gráficos, gráficas, encadernadoras e outras. No caso de livros de autores estrangeiros, a editora portuguesa adquire os direitos a uma editora estrangeira, passando a existir também um tradutor, para a conversão do conteúdo do livro entre os dois idiomas. Caso os livros sejam importados (ou seja, não traduzidos), a comunicação é feita diretamente com os importadores/distribuidores (Dionísio, et al., 2012).

Um caso particular no sector são os clubes de livros, como por exemplo o Círculo de Leitores, que podem editar os seus livros, fazendo, na maioria das situações, coedições com as editoras, vendendo os seus livros através de uma rede própria (Dionísio, et al., 2012).

No que respeita à distribuição, atualmente apenas as pequenas e médias editoras têm contratos com distribuidoras, uma vez que as grandes editoras têm geralmente distribuição própria. As distribuidoras representam em exclusividade uma editora (Dionísio, et al., 2012).

Na comercialização propriamente dita, existe uma grande diversidade de intervenientes: retalhistas com lojas físicas, sejam livrarias tradicionais, ou grandes superfícies e hipermercados como por exemplo a Fnac, Worten ou Continente; venda através de plataformas online; estabelecimentos de ensino; bibliotecas; quiosques e outros (Dionísio, et al., 2012).



**Figura 2.1: Representação esquemática da estrutura do sector do livro (Dionísio, et al., 2012).**

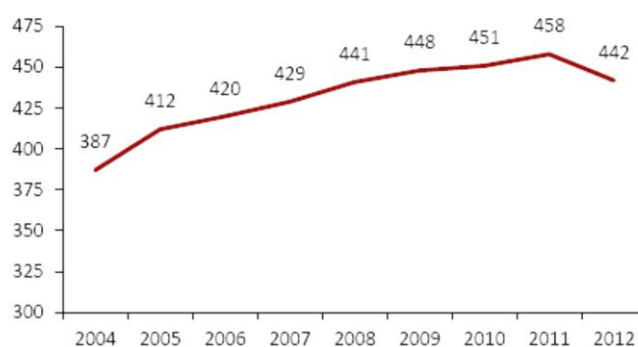
O mercado editorial português tem passado por um processo de concentração, com a criação de dois grandes grupos: a Porto Editora e a Leya, ambos muito presentes no âmbito escolar, mas também na venda ao consumidor final. A Porto Editora tem inseridas no seu grupo uma gráfica, várias marcas editoriais e livrarias tanto físicas como online; muito semelhante ao grupo Leya que apenas não possui uma gráfica. Alguns dos principais grupos intervenientes no sector do livro português encontram-se identificados na tabela seguinte, onde não estão referidos por exemplo a Presença e a Gradiva (Dionísio, et al., 2012).

Relativamente ao retalho livreiro, destacam-se dois importantes grupos, a cadeia Fnac, cujas 17 lojas constituem a maior área de venda de livros do país; e o grupo Sonae, através dos hipermercados Continente, as grandes superfícies Worten e as livrarias *Book it* (Dionísio, et al., 2012).

**Tabela 2.1: Principais intervenientes no sector do livro em Portugal (Dionísio, et al., 2012).**

GRUPO	PORTO EDITORA	LEYA	CIVILIZAÇÃO	BABEL	FNAC	SONAE	ALMEDINA	LIDEL
Gráficas	Bloco Gráfica		CEM – Artes Gráficas					
Editoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>Porto Editora</li> <li>Lisboa Editora</li> <li>...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dom Quixote</li> <li>Texto</li> <li>Caminho</li> <li>...</li> </ul>	Civilização	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verbo</li> <li>Ulisseia</li> <li>Guimarães</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Almedina</li> <li>Edições 70</li> <li>Actual</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lidel</li> <li>FCA</li> <li>Pactor</li> </ul>
	Círculo de Leitores							
Retalho físico	Bertrand	Livrarias Leya	Bulhosa		FNAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sonae</li> <li>Continente</li> <li>Worten</li> </ul>	Almedina	
Retalho online	Wook	Mediabooks						
Internacionais	<ul style="list-style-type: none"> <li>Editora Plural Moçambique</li> <li>Editora Plural Angola</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Brasil: Edit. Leya e Lua de Papel</li> <li>Angola: Ndzila e Texto</li> <li>Moçambique : Edit. Ndjira e Texto Editores</li> </ul>						

Pela sua capacidade de decisão entre a publicação ou não de um título, bem como pela articulação com os restantes intervenientes, as editoras são uma peça central nesta estrutura. No entanto, a atividade de edição de livros não obedece a uma regulamentação, sendo editor quem quer ou se reivindica como tal. Assim, os dados estatísticos apresentados na Figura 2.2, e que têm origem em dados obtidos pelo INE, são referentes a empresas cuja atividade principal é a edição de livros (Neves, et al., 2012).



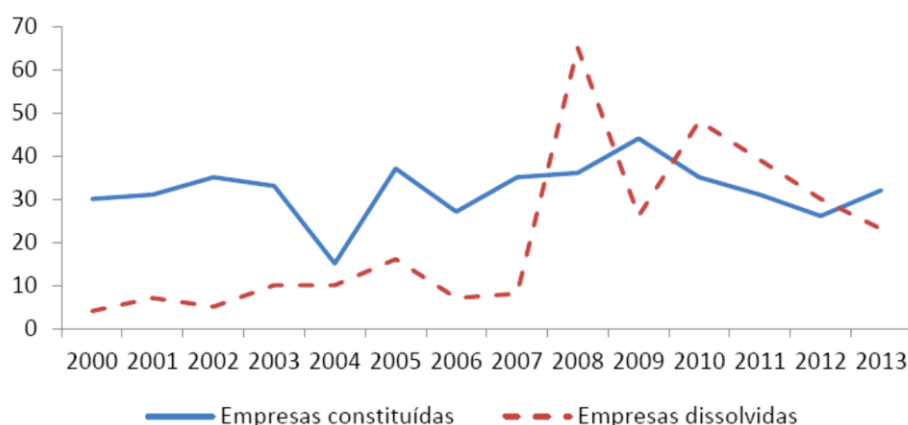
Fonte: INE, Sistema de Contas Integradas das Empresas. Base de dados em <http://www.ine.pt> consultada a 7-03-2014.

**Figura 2.2: Número de empresas com atividade principal de edição de livros por ano, entre 2004 e 2012 (Neves, et al., 2014).**

No gráfico da figura anterior está indicada a evolução do número de empresas de edição de livros, que se verifica crescente até 2011, diminuindo depois disso para valores semelhantes aos de 2008. Esta diminuição pode, em parte, ser explicada pelo recuo de empresas pequenas e muito pequenas, sobretudo na zona de Lisboa (Neves, et al., 2014).

Entre os anos de 2004 e 2007, a maior concentração de empresas relacionadas com esta atividade encontrava-se na zona de Lisboa (62%, no ano de 2007), ainda que esta percentagem tenha vindo a decrescer, enquanto noutras regiões do país se verificou a tendência inversa, como por exemplo na zona Norte (24%, no ano de 2007). Açores e Madeira são zonas onde se verificou existirem os números mais baixos em empresas deste tipo (Neves, et al., 2012).

A dinâmica deste sector é apresentada na figura seguinte com uma comparação entre empresas constituídas e dissolvidas, no período de 2000 a 2013.



Fonte: INE, I.P. – Portugal, (Constituição e Dissolução de Pessoas Coletivas e Entidades Equiparadas, 2000-2013).

Nota: Os dados entre 2000 a 2002 decorrem da CAE Rev.2, os dados entre 2002 a 2007 da CAE Rev. 2.1 e os de 2008 a 2013 da CAE Rev.3.

No caso das empresas de edição de livros, na CAE Rev. 3, estão classificadas como 58110 e passaram a englobar as anteriores CAE 22110 e 72400, pelo que a comparação deverá ser feita com algumas cautelas.

**Figura 2.3: Número de empresas com atividade principal de edição constituídas e dissolvidas por ano, entre 2000 e 2013 (Neves, et al., 2014).**

Da análise da figura anterior verifica-se que até 2007 o número de empresas constituídas é superior, alterando-se esta realidade no ano 2008, muito provavelmente devido à crise

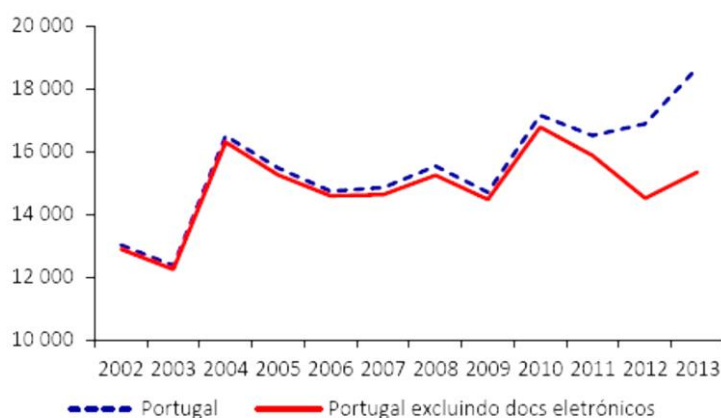
financeira que se fez sentir. O número de empresas constituídas decresce ainda nos anos de 2010, 2011 e 2012, registando-se um aumento deste valor em 2013, indicando uma possível retoma do padrão que caracterizava o período anterior a 2008 (Neves, et al., 2014).

## 2.2 PUBLICAÇÃO DE TÍTULOS EM PORTUGAL

Relativamente ao número de títulos publicados em território nacional, existem diferentes fontes de dados possíveis, uma delas é o registo da atribuição de ISBN (International Standard Book Number) aos livros, outra é através do sistema do Depósito Legal.

A atribuição do número de ISBN é gerida pela Agência Internacional de ISBN, e tem como objetivo identificar um livro de uma determinada edição, incluindo ebook's. Esta identificação que permite distinguir os diferentes formatos tem vantagens especialmente para o comércio online, permitindo vender múltiplos formatos através da mesma plataforma, sendo cada um deles perfeitamente identificável para o comprador. Facilita também a pesquisa de um formato ou edição específicos, em catálogos. (APEL, 2010).

Na figura seguinte mostra-se o número de ISBN's atribuídos em Portugal para cada ano entre 2002 e 2013, fazendo distinção entre o número total e o número que é atribuído ao formato impresso.



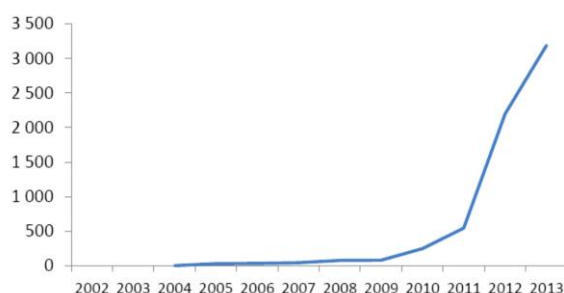
Fonte: Agência Nacional ISBN/APEL.

Nota: Os dados de ISBN em suporte eletrónico incluem os atribuídos às entidades sedeadas em Angola, Cabo Verde, Guiné, Moçambique, São Tomé e Príncipe e Timor por não ser possível a sua discriminação.

**Figura 2.4: Número de ISBN atribuídos em Portugal por ano, entre 2002 e 2013. Número total (impresso + digital) e apenas impresso (Neves, et al., 2014).**

Pela análise da figura anterior é possível indicar que apesar de em 2009 se ter verificado uma quebra no número de títulos aos quais foram atribuídos ISBN's, houve em seguida uma recuperação, impulsionada pela crescente presença de livros em formato digital. É de notar também um decréscimo acentuado na atribuição de códigos aos formatos impressos, nos anos de 2010, 2011 e 2012, o que pode estar relacionado com a crise financeira ocorrida neste período, coincidindo também com um espaço de tempo durante o qual o número de empresas dissolvidas neste sector foi superior ao de empresas constituídas (tal como apresentado anteriormente no gráfico da Figura 2.3).

Ainda que o mercado de ebook's esteja a crescer, este diferencial visível no gráfico a partir de 2010, pode dever-se, em parte, ao facto de livros impressos terem agora disponível uma versão digital (ou seja novo ISBN para o mesmo título) e não à existência de um grande aumento de títulos publicados (Neves, et al., 2014). O crescimento acentuado que se verificou na atribuição deste código, a partir do ano de 2010, para o formato digital, é ainda mais notório no gráfico da Figura 2.5.



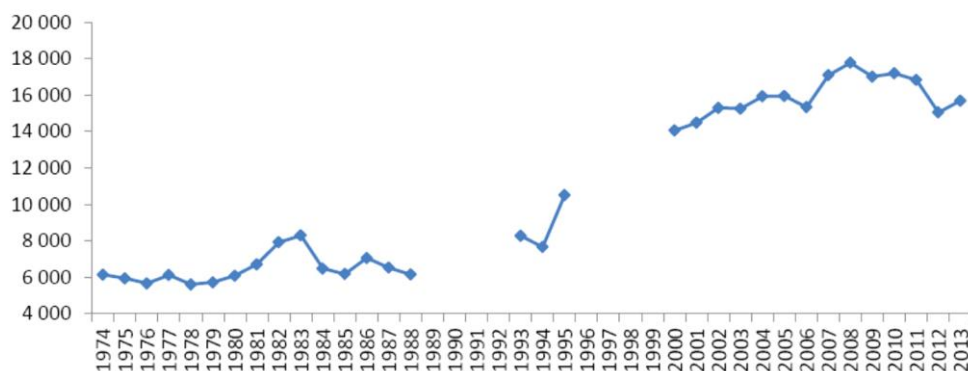
Fonte: Agência Nacional ISBN/APEL.

Nota: inclui entidades sedeadas em Angola, Cabo Verde, Guiné, Moçambique, São Tomé e Príncipe e Timor entre 2003 e 2013.

**Figura 2.5: Número de ISBN atribuídos a documentos eletrónicos por ano, entre 2002 e 2013 (Neves, et al., 2014).**

Outra forma de obter dados sobre a publicação de títulos em Portugal é através do sistema Depósito Legal, gerido pela BNP (Biblioteca Nacional Portuguesa), sendo obrigatório e regulado pelo Decreto-Lei nº 74/82, de 3 de Março (revisto pelo DL nº 362/86 e pelo DL nº 115/2013). Deve ser efetuado o Depósito Legal para monografias, publicações periódicas, teses de mestrado e doutoramento e outros semelhantes (Neves, et al., 2014).

Na figura seguinte é apresentado um gráfico com os dados disponíveis para o período temporal entre 1974 e 2013, existindo falhas de informação em alguns dos anos.



Fontes: INE, Estatísticas da Educação, 1974-1978; INE, Estatísticas da Cultura, Desporto e Recreio, 1979-1988 e 1993-1995; BNP/DSABN (2000-2013).

Notas: entre 1974 e 1988 nas obras depositadas não se incluem periódicos, seriais e espécies menores consideradas na fonte; interrupções na série significam dados indisponíveis na fonte (INE).

**Figura 2.6: Número de registos do Depósito Legal atribuídos em Portugal, por ano, entre 1974 e 2013 (Neves, et al., 2014).**

De um modo geral, com base no gráfico anterior, o número de registos tem vindo a aumentar ao longo dos anos, embora com algumas oscilações, verificando-se uma diferença significativa entre a primeira série de dados consecutivos (1974-1988) e os dados relativos a anos mais recentes (2000-2013).

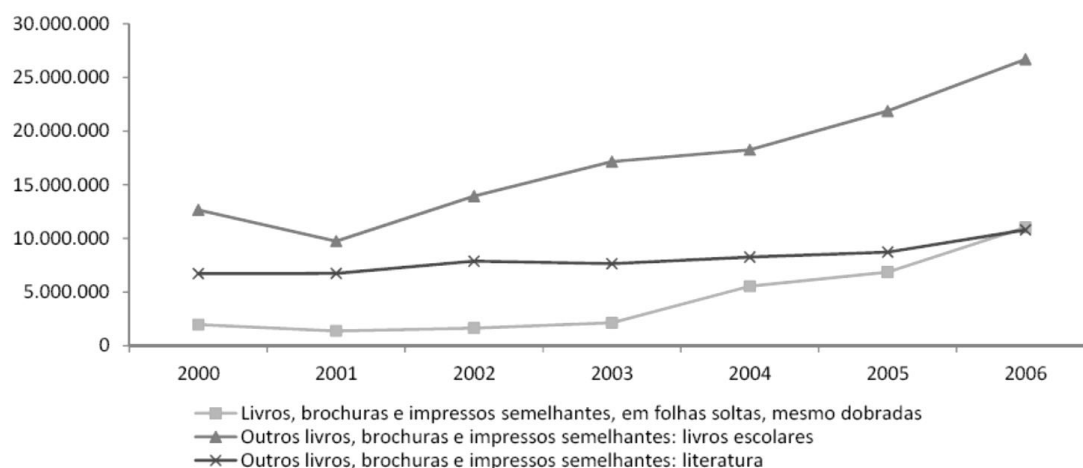
Relativamente aos registos entre 2000 e 2013, verificou-se, excetuando o ano de 2006, um aumento até 2008, ano em que foi atingido um pico com 17 778 registos. A partir daí a tendência foi decrescente até 2013, quando se verifica novo aumento (Neves, et al., 2014).

Esta tendência decrescente e possível inversão em 2013, é também notória nos dados apresentados no gráfico da Figura 2.4 relativamente à atribuição de ISBN's às publicações impressas.

Para além das fontes de informação referidas nas páginas anteriores, também é possível recolher dados do ponto de vista da produção de livros medida em número de exemplares, em vez de registos de títulos publicados. Para este tipo de análise é necessário recorrer ao Inquérito Anual à Produção Industrial, do Instituto Nacional de Estatística.

Desta forma é possível selecionar, agrupar e visualizar diferentes géneros de publicações, como por exemplo livros escolares, literatura e brochuras, tendo em conta a quantidade de exemplares que saem para o mercado, o que naturalmente estará relacionado com as

necessidades e preferências dos consumidores. No gráfico da Figura 2.7, estão representadas três séries de dados, relativas ao número de exemplares produzidos de brochuras, livros escolares e literatura.



Fonte: INE – Portugal, Estatísticas da Produção Industrial 2000-2006.

Nota: Consideraram-se, no gráfico, apenas os principais produtos que integram a lista PRODCOM no período em análise.

**Figura 2.7: Número de exemplares produzidos, por género e por ano, entre os anos de 2000 e 2006 (Neves, et al., 2012).**

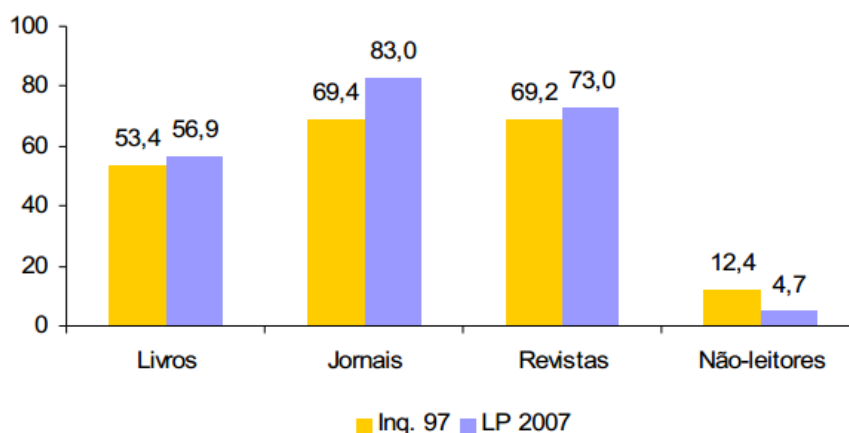
Durante o período temporal representado no gráfico da figura anterior, 2000 a 2006, verifica-se que os livros escolares são produzidos em muito maior número, relativamente aos outros géneros referidos, seguindo uma tendência crescente ao longo dos anos. Ainda que também tenha sofrido um ligeiro aumento, a produção de exemplares do género literatura manteve-se sem grandes variações.

## 2.3 HÁBITOS DE LEITURA EM PORTUGAL

A avaliação dos hábitos de leitura dos portugueses tem sido realizada, desde 1988 através de inquéritos, dos quais se destacam os publicados em 1997 e 2007 pela qualidade da amostra e dados obtidos. Segundo os resultados indicados no relatório publicado em Setembro de 2007, *A Leitura em Portugal*, e apresentados em Julho de 2008 no VI Congresso Português de Sociologia (Santos, et al., 2007), os hábitos de leitura dos



portugueses tiveram alguma melhoria, principalmente pela diminuição do número de não leitores, tal como se verifica na figura seguinte.



Bases: para Inq 97 (n = 2.506); para LP 2007 (n = 2.552)

Fonte para Inq 97: Freitas, Casanova e Alves (1997: 116, 177, 202 e 248).

**Figura 2.8: Evolução dos hábitos de leitura dos portugueses entre 1997 e 2007 (Neves, et al., 2008).**

Do gráfico da figura anterior é possível verificar que os jornais se destacam com as mais altas percentagens de leitura, tendo registado um aumento de cerca de 13% entre os anos referidos; também no caso dos livros e das revistas os valores sofreram um aumento, ainda que menor (cerca de 3%) entre os anos de 1997 e 2007.

Outro dado interessante retirado destes inquéritos é que os leitores portugueses são maioritariamente pequenos leitores, isto é, durante o período de um ano são lidos entre 1 a 5 livros, por parte de 69,2% dos inquiridos, enquanto os grandes leitores (leitura de 20 ou mais livros por ano) são apenas 4,3% dos inquiridos, ambos os valores referentes ao inquérito de 2007. Estes valores não sofreram alterações significativas entre 1997 e 2007 (Santos, et al., 2007).

Relativamente à leitura em formato impresso vs digital, neste inquérito já foi possível obter alguns dados para a realidade portuguesa, sobre a leitura utilizando o formato digital. Tal como se apresentam nas tabelas seguintes, os dados mostram que a percentagem de leitores que opta pela leitura de jornais e revistas online tem ainda pouca expressão quando comparada com o suporte em papel. Os dados das tabelas apresentam uma percentagem de leitores em relação ao total de leitores de jornais (Tabela 2.2) ou em relação ao total de leitores de revistas (Tabela 2.3).

**Tabela 2.2: Leitura e assinatura de jornais em suporte papel ou online, em Portugal (Santos, et al., 2007).**

	Suporte papel			On-line		
	Lê	Assina	Não lê nem assina	Lê	Assina	Não lê nem assina
Jornal regional/local	65,9	5,2	32,4	4,2	–	95,8
Jornal nacional	87,3	0,7	12,4	11,2	0,1	88,7
Jornal estrangeiro	1,6	0,9	97,5	2,0	–	98,0

**Tabela 2.3: Leitura e assinatura de revistas em suporte papel e online em Portugal (Santos, et al., 2007).**

	Suporte papel			On-line		
	Lê	Assina	Não lê nem assina	Lê	Assina	Não lê nem assina
Revista nacional	93,6	4,2	5,0	5,7	0,2	94,0
Revista estrangeira	12,6	1,0	86,7	2,3	0,2	97,6

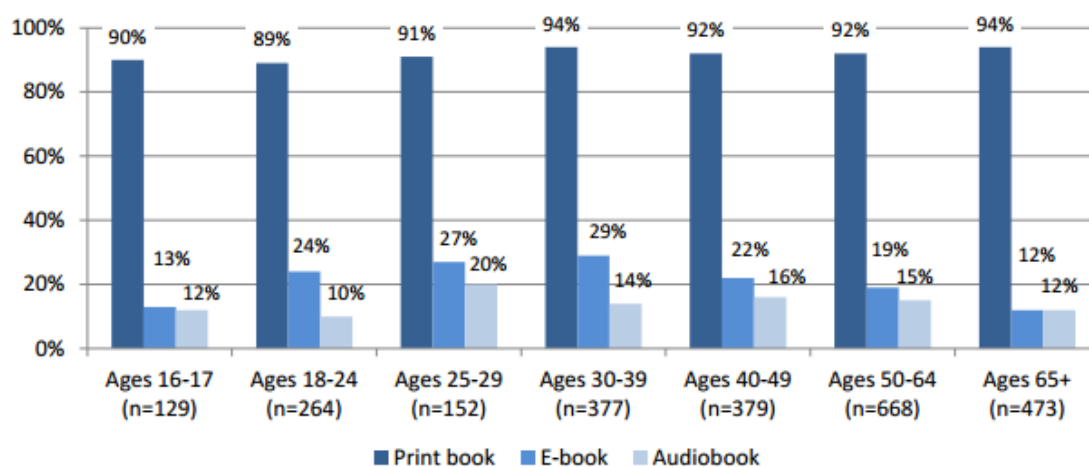
Observa-se que em ambos os formatos, impresso ou digital, existe uma preferência por publicações nacionais. No caso da leitura de jornais, a percentagem de leitores online é de cerca de 11%, sendo a leitura em papel de 87%. No caso das revistas a diferença é mais notória com 93,6% dos leitores no suporte papel e apenas 5,7% online. No entanto ainda que as percentagens apresentadas para a leitura online não sejam muito expressivas, deve ter-se em conta que o inquérito data de 2007, pelo que, muito provavelmente, neste momento os valores serão já mais elevados.

## 2.4 HÁBITOS DE LEITURA NOS EUA

No caso dos Estados Unidos, e segundo dados de um inquérito promovido pelo Pew Research Center, é possível obter informações relativas à leitura de ebooks, inclusivamente em diferentes suportes, uma vez que este mercado se encontra mais desenvolvido do que o português.

Quando comparada com a realidade portuguesa, segundo dados deste inquérito, os americanos lêem mais livros por ano, em todas as faixas etárias, do que a maioria dos portugueses, sendo a média referida de 17 livros (Zickuhr, et al., 2012) por oposição aos ‘até 5 livros’ lidos pela maioria dos portugueses (Santos, et al., 2007).

Relativamente ao formato de livros lidos, é possível distinguir entre três opções, os impressos, os ebooks e os audiobooks, tal como se apresenta na figura seguinte, discriminado por faixa etária.

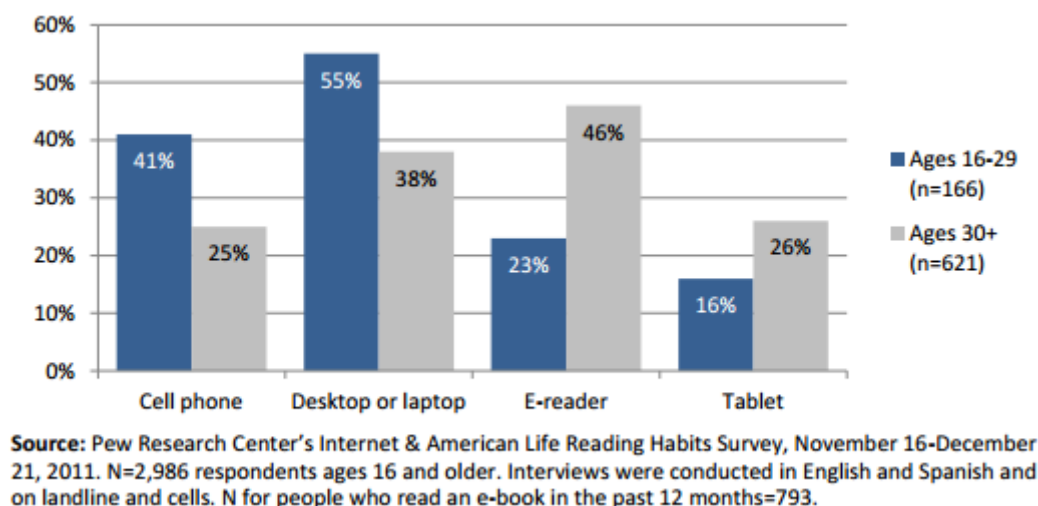


**Source:** Pew Research Center's Internet & American Life Reading Habits Survey, November 16-December 21, 2011. N=2,986 respondents ages 16 and older. Interviews were conducted in English and Spanish and on landline and cells. N for people who read a book in any format in the past 12 months=2,474.

**Figura 2.9: Formatos de livros lidos durante um ano, nos EUA, por faixa etária (Zickuhr, et al., 2012).**

Ainda que se verifique que os livros impressos dominam as preferências, os ebooks representam já uma parcela importante, sendo que na faixa etária dos 30-39 anos 29% dos inquiridos leu pelo menos um livro neste formato. A percentagem mais baixa de leitores de ebooks é nas faixas etárias extremas (abrangidas por este inquérito), 16-17 anos e na de mais de 65 anos, sendo de 13% e 12% respectivamente.

Um dado interessante resultante deste inquérito é o facto de a maior parte dos inquiridos que leram um ebook, o fez num computador ou num e-reader, sendo que na faixa etária dos 16-29 anos a preferência é o computador, enquanto na faixa etária acima de 30 anos a opção mais escolhida é o e-reader, tal como se mostra na Figura 2.10.



**Figura 2.10: Tipo de suporte usado para a leitura de ebooks, nos EUA, por faixa etária (Zickuhr, et al., 2012).**

Neste inquérito é ainda referido que a disponibilidade de conteúdos no formato digital, sejam revistas, jornais ou livros, influencia o tempo de leitura, sendo que 30% dos inquiridos que lêem neste formato o fizeram durante mais tempo (Zickuhr, et al., 2012).

## 2.5 EBOOKS E MUDANÇAS NO MERCADO EDITORIAL

O sector editorial tem vindo a sofrer mudanças bastante profundas nos últimos anos, impulsionado, maioritariamente, pelo aparecimento e disseminação de livros em formato digital, sendo este fenómeno referido como uma das mais importantes mudanças no sector desde a invenção da imprensa por Gutenberg, em 1520 (Carreiro, 2010). Ainda que em Portugal se estejam a dar os primeiros passos, já são visíveis mudanças em algumas editoras e modelos de negócio. Um desses exemplos é a Porto Editora, que criou uma chancela dedicada exclusivamente ao formato digital, a Coolbooks, contribuindo assim para o crescente número de obras disponíveis em português neste formato. Também várias lojas online como a Fnac (ligada à plataforma do e-reader Kobo), a Wook e a Leya Online passaram a disponibilizar livros em formato digital.

Esta nova visão sobre este sector levanta também algumas questões controversas como os direitos de autor e de imagem. Ainda que a maioria das editoras defenda que para efeitos de direitos de autor, os mesmos princípios devam ser aplicados a ambas as publicações, muitos autores e agentes consideram que os ebooks devem ser vistos como um negócio à

parte, «..., criando um problema às editoras, que não podem construir uma estratégia de publicação de uma obra sem controlar simultaneamente os direitos de autor impressos e digitais,...» (Dionísio, et al., 2012). Quanto aos direitos de imagem, a problemática é em relação à digitalização de livros já impressos e publicados anteriormente aos contratos digitais das obras, uma vez que pode ser discutível a legalidade da inclusão de imagens ou fotografias dessas obras num ebook (Dionísio, et al., 2012).

A cópia ilegal de livros, maioritariamente de estudo, era já uma preocupação do sector desde que se banalizou o uso da fotocopiadora na década de 80, sendo agora renovada com esta mudança para a época digital e a maior facilidade de duplicação ilegal de obras (estendendo-se assim a todos os tipos de literatura), e da sua distribuição através de plataformas online onde é possível a troca de arquivos e downloads ilegais de conteúdo protegido por direitos autorais. Esta situação potenciada pela desfavorável conjuntura económica que se tem verificado nos últimos anos e afectado vários países, pode levar a situações extremas, em que os autores verificam a existência de mais downloads ilegais das suas obras do que cópias legais vendidas (Dionísio, et al., 2012).

Apesar dos desafios acima referidos neste novo contexto editorial, as potencialidades são imensas quando os meios digitais são integrados de modo a permitir uma melhor experiência ao leitor/utilizador. É assim possível incluir em livros, especialmente em livros técnicos, conteúdos multimédia diversos (esquemas animados, fotos, vídeos e outros) que permitem complementar ou facilitar a explicação dos conteúdos (Dionísio, et al., 2012).

Do ponto de vista da distribuição, o mercado de ebooks facilmente atinge uma escala global, em especial considerando que qualquer dispositivo ligado a uma rede de internet pode, a partir de qualquer parte do mundo, aceder a uma base de dados com milhares de livros. Isto significa que momentos depois de ser colocado à venda na respectiva plataforma o livro pode, em segundos, viajar até qualquer ponto do globo sem necessidade de uma deslocação física, o que torna este formato ainda mais apelativo. Esta globalidade tem assim um grande potencial para alargar consideravelmente o mercado de oportunidades para os livros em língua portuguesa.

## **2.6 AUTO-PUBLICAÇÃO**

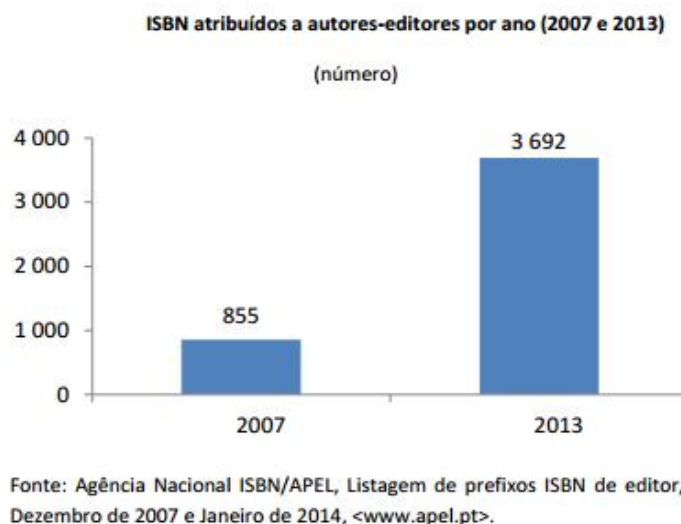
Ao ser retirada da equação de custos o valor da edição e distribuição em formato impresso tradicional, abrem-se novas oportunidades a livros e autores que de outra forma não teriam

o seu trabalho disponível para o público. Torna-se assim mais acessível a auto-publicação de livros, simplificando uma parte do processo, ainda que com limitações.

Através da internet existem disponíveis vários programas onde é possível fazer edições próprias, sendo disponibilizadas e impressas a pedido, tornando qualquer pessoa num potencial editor de conteúdos e autor. Em consequência desta facilidade de publicação é de esperar que nos próximos anos o número de livros, em particular ebooks, auto-publicados aumente bastante, podendo atingir cotas de mercado importantes.

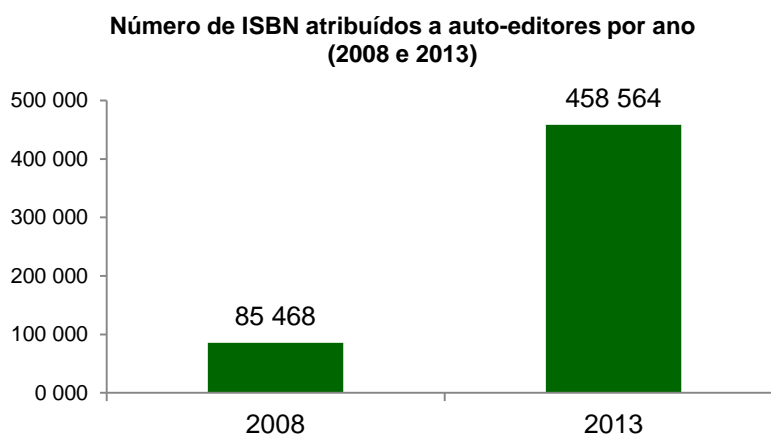
Segundo uma notícia publicada no *The Telegraph*, a 21 Julho 2014, durante os três meses anteriores a esta data, quase um terço dos ebooks vendidos através da plataforma da *Amazon* eram auto-publicados ocupando cerca de 31% do mercado, enquanto cinco das maiores editoras detinham apenas 38% das vendas.

Em Portugal, a auto-publicação, teve um aumento considerável, sendo potenciada pela expansão da internet, da edição electrónica e impressão a pedido, como se mostra no gráfico da Figura 2.11. No ano de 2007 o número de ISBN atribuídos a auto-editores foi de apenas 855, enquanto no ano de 2013 foi de 3 692; o que representa um valor significativo tendo em conta que o total de ISBN atribuídos em Portugal foi de 19 060 no ano de 2013 (Neves, et al., 2014).



**Figura 2.11: ISBN atribuídos a auto-editores nos anos de 2007 e 2013, em Portugal. Valores totais livro impresso e ebook (Neves, et al., 2014).**

Também na realidade americana existiu um grande aumento de títulos auto-publicados, segundo dados obtidos pela Bowker e apresentados na figura seguinte, entre os anos de 2008 e 2013, representando um aumento de 437% (Bowker, 2014).



**Figura 2.12: ISBN atribuídos a auto-editores nos anos de 2007 e 2013, nos EUA. Valores totais livro impresso e ebook (Bowker, 2014).**

Com esta nova tendência a emergir no mercado torna-se pertinente fazer uma distinção entre dois tipos de autores, uma vez que o facto de um livro ser publicado não implica que tenha leitores interessados nele. Assim no *Estudo do Setor de Edição e Livrarias e Dimensão do Mercado da Cópia Ilegal*, é apontada «... a diferença entre autor formal (autores que, embora publiquem, não têm leitores) e autor real (cuja obra reúne o interesse de vários leitores).» (Dionísio, et al., 2012).





### 3. Livro Impresso vs Livro Digital

---

#### 3.1 LIVROS IMPRESSOS

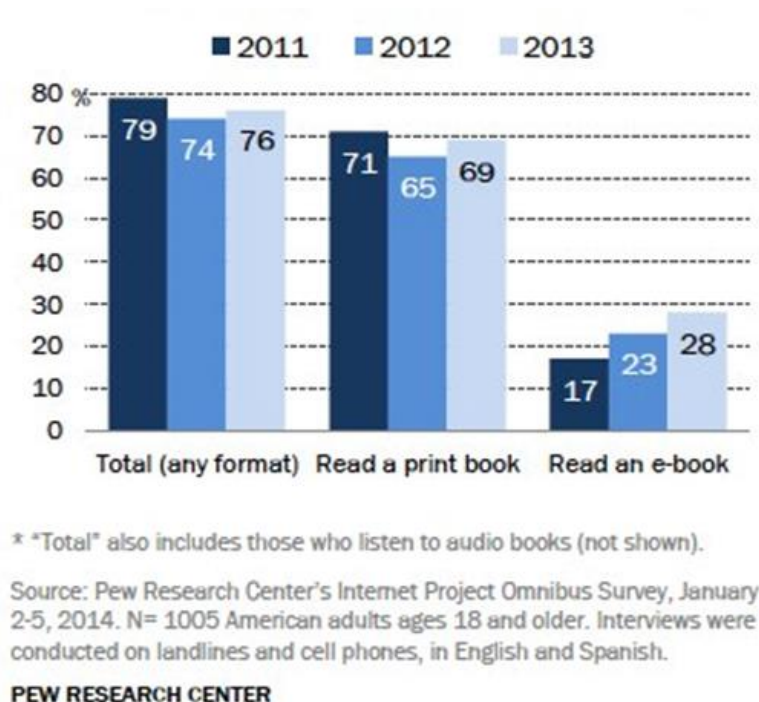
*“Um quarto sem livros é como um corpo sem alma”*

(Marco Túlio Cícero, orador romano)

As novas tecnologias e equipamentos eletrónicos estão a ganhar cada vez mais espaço na sociedade atual, no entanto, os livros impressos, continuam a ter um importante papel e um lugar de destaque. Apesar da tendência em transpor obras antigas para uma versão digital, para que possam estar acessíveis a uma maior quantidade de pessoas, os originais continuam a ser cuidados e preservados como relíquias. Isto deve-se à percepção que a sociedade tem de que além da informação que está descrita no seu conteúdo, o próprio livro tem um valor e uma história. Algumas das razões apontadas para esta ligação com os livros tradicionais são o facto de:

- Se poder tocar e folhear o livro, inclusive existe quem refira o cheiro do papel e o peso do livro como um ponto importante durante a experiência da leitura
- Ser possível escrever neles e deixar uma marca pessoal
- Serem potencialmente eternos, desde que conservados com algum cuidado
- Um mesmo livro poder passar por várias gerações e ser lido por diferentes pessoas
- Não haver necessidade de equipamentos extra nem preocupação com baterias
- Ser resistente ao choque, ainda que uma queda o possa danificar, dificilmente impossibilita a sua leitura
- Ser possível colecionar e dispor, podendo servir também de objecto de decoração
- Ser possível ir a uma livraria, ver, agarrar, e ler alguns parágrafos do livro, antes de decidir a compra

Segundo um inquérito referido na Association of American Publishers, e conduzido pela Pew Research Center (Pew Research Center, 2014), a maioria dos adultos americanos lê pelo menos um livro por ano, sendo que dos 1005 inquiridos 69% optaram por um livro tradicional em 2013 e uma percentagem de 28% leram pelo menos um livro no formato digital, tal como se mostra no gráfico da figura seguinte:



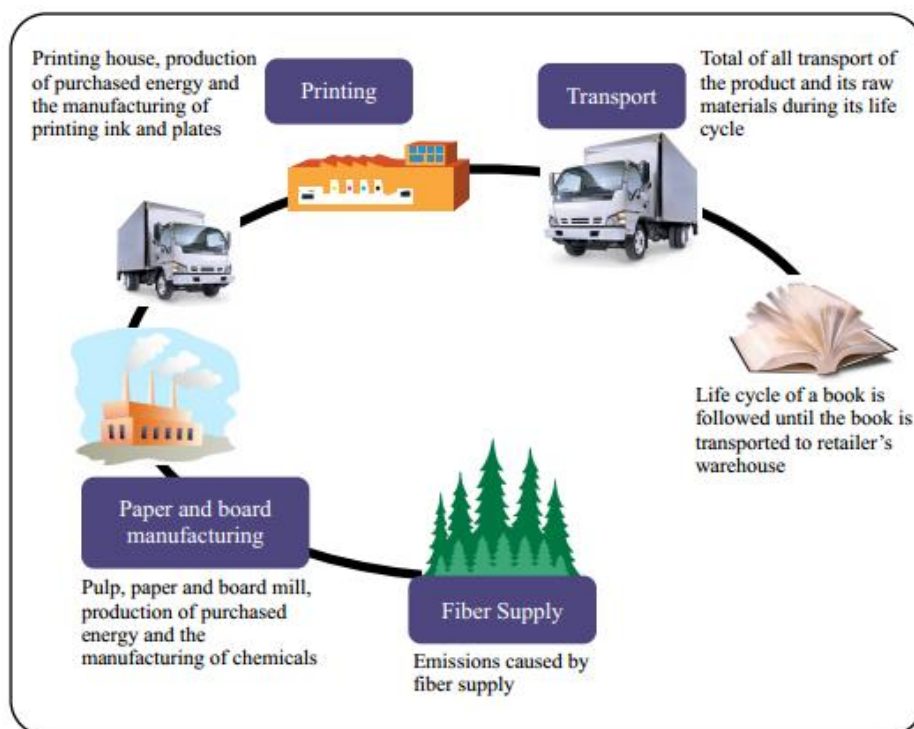
**Figura 3.1: Percentagem de americanos que leram livros nos anos de 2011 a 2013 (Pew Research Center, 2014).**

Pelos dados obtidos no inquérito observa-se que, ainda que a percentagem de leitores de livros digitais esteja a aumentar, subiu de 17% em 2011, para 28% em 2013, a maioria ainda opta pelos livros tradicionais. Isto indica que a maioria dos leitores prefere ainda o formato tradicional, seja pelas razões enunciadas anteriormente, seja por desconhecimento em relação a ebooks ou até mesmo por dificuldades com a utilização de dispositivos eletrónicos.

### 3.1.1 Produção de Livros Impressos

Ao ser realizada uma ACV, um dos passos mais importantes é a definição dos limites do sistema, uma vez que os produtos podem ser infinitamente detalhados e analisados, o que dificulta a recolha e gestão do tempo para a obtenção de dados, bem como a sua análise. Para isso é necessário ter em consideração todos os aspetos relevantes e que possam fazer diferença na análise, mas mantendo o estudo exequível. No caso de livros impressos isso é um pouco mais fácil de definir do que com e-books, que podem estar interligados com diferentes aparelhos, além de tudo o que envolve o seu armazenamento e distribuição através da internet (Dowd-Hinkle, 2012).

Na figura seguinte está ilustrado, de forma simplificada, o processo de produção de livros, não considerando o consumo do produto, o seu fim-de-vida, a fase de criação de conteúdo nem a divulgação/publicidade realizada sobre o livro finalizado.

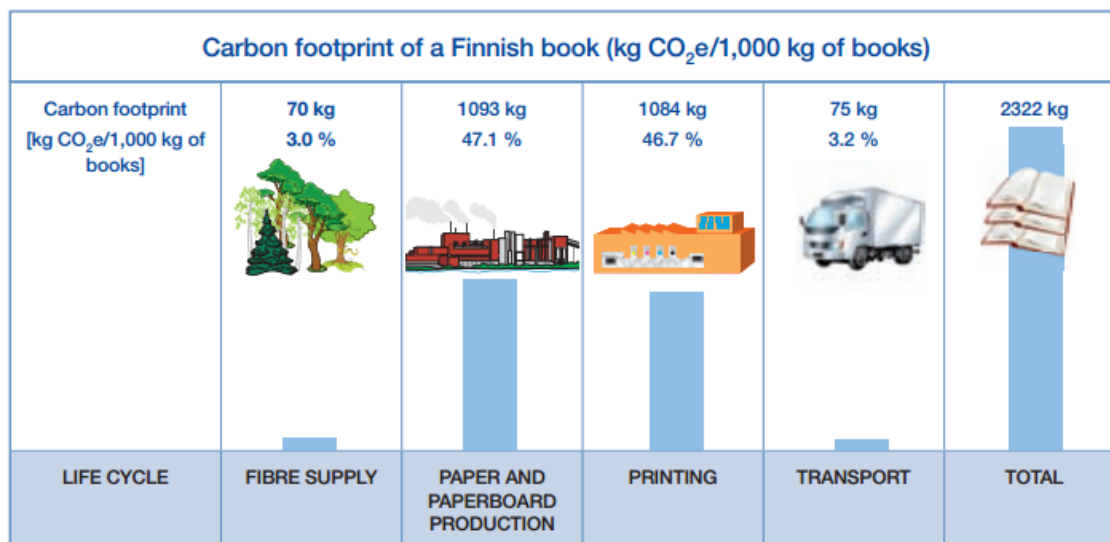


**Figura 3.2: Fases do processo de produção de livros (VTT, 2010).**

A primeira fase do processo é a obtenção de matéria-prima, seguindo-se o transporte até ao local de processamento da madeira para a produção de papel, e depois até ao local de impressão dos livros, onde se inclui também a produção das tintas utilizadas. Concluída esta fase, o livro está pronto a ser transportado até aos distribuidores ou livrarias, sendo disponibilizado ao público.

O VTT Technical Research Centre of Finland analisou a pegada de carbono para a produção de um livro Finlandês, concluindo que este pode gerar cerca de 1,2 kg CO<sub>2eq</sub>. (considerando um livro com 300 páginas e 500g de peso), no entanto não foi considerada a fase de fim-de-vida do mesmo, nem a fase de criação de conteúdo. Foi assumido que a produção e a distribuição do referido livro ocorrem dentro das fronteiras do país. Na brochura onde é apresentada esta informação, bem como os dados que são apresentados na Tabela 3.1, a análise termina quando o livro chega ao distribuidor, sendo apenas referente à produção de livros, não incluindo assim nenhum dado relativo ao consumo do produto.

**Tabela 3.1: Emissões de carbono para um livro Finlandês durante a sua produção (VTT, 2010).**



Os dados da tabela anterior são referentes às emissões de CO<sub>2</sub> eq. por cada 1000 kg de livros produzidos, ou seja, por cada 1000kg de livros produzidos são gerados 2322kg de CO<sub>2</sub> eq. As conclusões retiradas deste estudo indicam que a produção de papel e a sua impressão são as fases que causam mais impactes negativos na produção de um livro.

Ainda que, neste caso não sejam consideradas todas as fases do ciclo de vida de um livro, de acordo com Dowd-Hinkle, as três etapas que causam mais impactes negativos são o corte de árvores, o processamento da madeira e produção de papel, e finalmente a deposição do livro no final da sua vida útil (Dowd-Hinkle, 2012).

Uma das maneiras de mitigar estes impactes é garantir que a matéria-prima seja proveniente de florestas sustentáveis, com certificação e controlo de qualidade, bem como a incorporação de papel reciclado no processo para reduzir a necessidade de matéria-prima virgem (Dowd-Hinkle, 2012). No entanto, o uso deste material reciclado tem um limite, sendo sempre necessária a incorporação de matéria virgem para a produção de papel novo. Este limite está relacionado com a degradação e desagregação que as fibras sofrem em cada utilização, bem como com o número de vezes que é possível reciclar esta matéria, o que seria de 4 a 6 vezes (Recipac).

## 3.2 LIVROS DIGITAIS

*Ebook: versão digital de um livro impresso que pode ser lido num computador ou num dispositivo portátil próprio para esse efeito; livro eletrónico.*

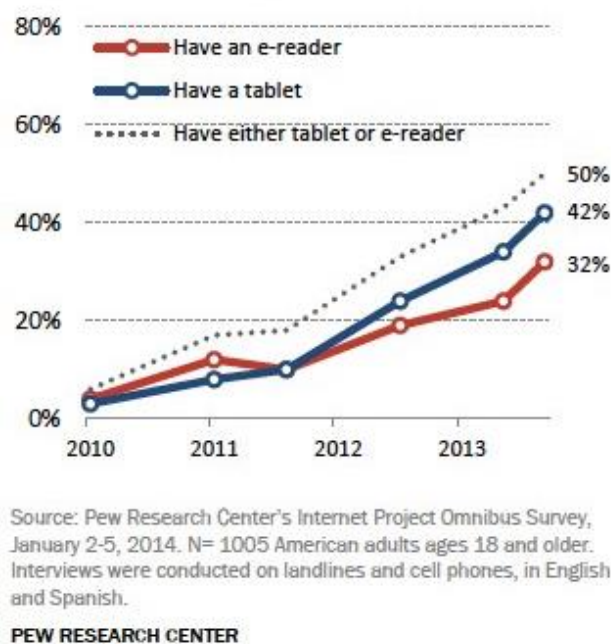
(Infopédia, dicionários da Porto Editora)

Um livro digital (ebook) é nada mais do que um ficheiro contendo um texto, tal como se poderia encontrar num livro, mas que necessita de um suporte eletrónico para que possa ser lido. Ao contrário da definição acima, retirada da Infopédia (Infopédia, 2014) um ebook não implica necessariamente a existência do respetivo livro físico.

A história dos livros digitais tem um início incerto, não se conseguindo afirmar com certeza quem foi o seu criador, no entanto, a primeira grande iniciativa neste domínio foi protagonizada por Michael S. Hart, em 1971, com a criação do Projeto Gutenberg, cujo objetivo é, ainda hoje, a distribuição em formato digital, de livros que já se encontram em domínio público (Wikipedia). Em Março de 2014, foi estimado que o número de publicações disponíveis fosse cerca de 45 000, existindo mais de 500 opções em língua portuguesa (Project Gutenberg). Atualmente existem já várias bibliotecas ‘tradicionais’ também com obras integralmente digitalizadas e disponíveis para consulta, criando o conceito de Biblioteca Digital.

Já na década de 90, com a disseminação e banalização da tecnologia até ao cidadão comum, algumas marcas apresentam aparelhos dedicados apenas à leitura do formato digital (e-reader), indo ao encontro deste novo nicho de mercado dos livros digitais, bem como plataformas online de venda dos mesmos. Com o virar do século esta pequena parcela de mercado começa a ganhar notoriedade e a suscitar cada vez mais interesse, por parte das editoras, das marcas de equipamentos eletrónicos e do público em geral.

Dos resultados do inquérito conduzido pela Pew Research Center, verifica-se o enorme crescimento deste mercado ainda em expansão entre os anos de 2010 e 2013, tal como é apresentado no gráfico da figura seguinte:



**Figura 3.3: Percentagem de americanos com leitores de livros digitais e/ou tablet (Pew Research Center, 2014).**

Da análise da figura anterior verifica-se que entre os anos de 2010 e 2013, a percentagem de americanos com um e-reader e/ou um tablet passou de próximo de 0% para 50%, ou seja é estimado que pelo menos metade da população americana tenha um ou os dois dispositivos. No entanto, ainda que possuam os equipamentos adequados, segundo os dados da Figura 3.1, apenas 28% dos inquiridos nesta amostra leram pelo menos um ebook durante o ano de 2013. Esta percentagem encontra-se mais próxima da obtida para os americanos que possuem um e-reader (32%).

Os resultados obtidos neste estudo indicam também que os e-readers e os tablets são a plataforma preferencial dos leitores de ebooks, ao contrário da leitura num computador ou telemóvel. Foi possível também concluir que os adultos que possuem e-readers, lêem mais frequentemente, quando comparados com os que possuem tablets ou telemóveis, ainda que seja difícil afirmar se são estes aparelhos que promovem a leitura ou se o facto de o utilizador ler bastante o torna mais propício a adquirir um e-reader (Pew Research Center, 2014).

Apesar do crescimento que teve noutros países nomeadamente Estados Unidos da América e Inglaterra, no nosso país este formato e estes dispositivos são ainda pouco conhecidos e pouco falados.

Em 2012 surge a primeira tentativa séria de divulgar o universo das publicações digitais com a introdução no mercado nacional, através da Fnac, do e-reader Kobo, e da divulgação da plataforma associada onde é possível comprar títulos em português, no entanto estão ainda a ser dados os primeiros passos neste campo.

### 3.2.1 Venda de ebooks

O rápido crescimento das vendas de ebooks começa a ser alvo de notícias, quando os dados revelam que as vendas deste formato ultrapassam as vendas do formato tradicional, através da plataforma da *Amazon*, notícia publicada no *The Guardian*, a 6 de Agosto de 2012. O interesse do consumidor e a adesão do sector é tal que em Fevereiro de 2012, estão disponíveis para o Kindle mais de 1.2 milhões de ebooks.(Dowd-Hinkle, 2012).

Este sucesso encontra-se relacionado com o lançamento do dispositivo de leitura associado a esta plataforma, o Kindle, que desde 2007 tem vindo a sofrer atualizações, incluindo o preço que em 2009 se tornou mais apelativo, tendo continuado a descer com os consecutivos lançamentos de novos dispositivos (Wikipédia).

No entanto, apesar do crescimento verificado, uma notícia publicada na *Forbes*, a 19 Novembro de 2013, tendo como base dados da Association of America Publishers informa que durante os primeiros oito meses desse mesmo ano, as vendas de livros impressos subiram, enquanto as de ebooks baixaram sugerindo que talvez os consumidores tenham regressado ao livro tradicional depois de explorada a novidade.

### 3.2.2 Consumo de Energia

O maior impacte dos ebooks por si só (não considerando os respetivos dispositivos para leitura) são os gastos com a energia que é necessário consumir para alimentar este mundo virtual, através dos centros de dados (data centers), que se encontram ligados e operacionais noite e dia, estando espalhados pelo mundo, e facilmente esquecidos em análises mais superficiais sobre impacte ambiental (Dowd-Hinkle, 2012).

Em território nacional existe, desde 2013, um data center a operar na zona da Covilhã, estando já projetada a sua expansão com a construção de novos edifícios.

Estes centros de dados têm dois problemas principais com gastos energéticos, por um lado os servidores necessitam de energia para serem usados, o que tem como consequência o

aquecimento dos equipamentos, logo torna-se também necessário um gasto com energia para que os sistemas de arrefecimento o evitem. Por outro lado, é estimado que os seus consumos energéticos estejam a aumentar cerca de 15% ao ano, tornando-se importante alertar os consumidores para esta questão ainda 'invisível' para a maioria, para que possa ser feita alguma pressão no sentido das empresas encontrarem equipamentos mais eficientes (Dowd-Hinkle, 2012).

### 3.2.3 Dispositivo para leitura de livros digitais

Existem várias possibilidades para se poder ler um livro digital, desde que o formato do ficheiro seja compatível com o programa, qualquer computador, tablet ou smartphone pode servir de suporte, no entanto existem diferenças entre eles que afetam significativamente a experiência da leitura.

As principais diferenças entre um equipamento dedicado (e-reader) e um outro equipamento 'multifunções', e que afetam significativamente a leitura de livros são o ecrã e a duração da bateria. No caso de computadores ou tablets a capacidade da bateria é geralmente medida em horas, enquanto num e-reader essa mesma medida é em semanas (Kobo store).

O outro aspeto fundamental é o tipo de ecrã existente nos dispositivos, no caso dos computadores os ecrãs são constantemente atualizados (ainda que para o olho humano não seja perceptível), provocando cansaço, e iluminados, projetando essa luminosidade para o utilizador, contribuindo para o seu desconforto após algum tempo de uso. No caso dos e-readers o ecrã usa uma tecnologia criada para se parecer com a tinta impressa num papel e é atualizado apenas quando o utilizador muda de página (não tendo o mesmo efeito de cansaço nem consumindo tanta bateria). Mesmo as versões que possuem ecrã iluminado não projetam luminosidade para o utilizador. Estes dois aspetos contribuem em grande parte para uma experiência de leitura bastante próxima da leitura em papel.

Outras das vantagens apontadas são:

- A capacidade de armazenamento disponível, com a qual é possível guardar várias centenas de livros
- A portabilidade do dispositivo, que é leve, independentemente da quantidade de livros armazenada
- A possibilidade de consultar um dicionário de forma quase automática
- A possibilidade de ajustar o tamanho de letra e outras características que tornam a leitura mais fácil e adaptada a cada utilizador



- A possibilidade de descarregar livros em qualquer parte do mundo, desde que com acesso Wi-fi, em poucos segundos
- Preço relativamente acessível
- A possibilidade de ler à noite sem luz acesa, caso o dispositivo tenha a opção de ecrã iluminado
- Possibilidade de escrever notas sem estragar o livro

Além das vantagens indicadas, podem também ser referidas algumas limitações, como:

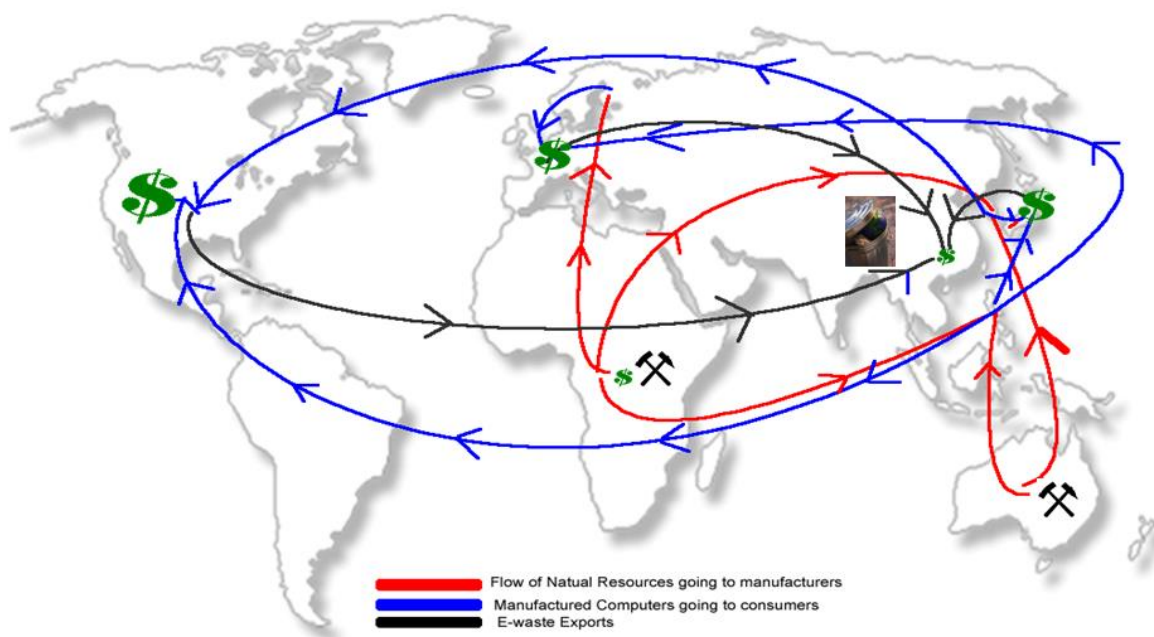
- Falta das características tácteis dos livros
- Dificuldade em perceber quanto do volume do livro ainda falta ler
- A inconveniência pela obrigatoriedade em usar um dispositivo para a leitura
- Possível necessidade de suporte técnico
- Preocupação com a eventual perda dos ebooks em caso de avaria
- Preocupação com bateria

### 3.2.4 Produção de e-readers

Os produtos têm geralmente um tempo estimado de vida útil, que no caso de tablets, smartphones, leitores de MP3 e outros semelhantes foi calculado por Sharyn Rea, que seria de cerca de 3 anos (Rea, 2014). Apesar de não estarem aqui discriminados os e-readers podem considerar-se semelhantes aos aparelhos descritos, podendo considerar-se portanto que o seu tempo de vida útil será de cerca de 3 anos.

Tal como outros equipamentos, estes também são atualizados com novos modelos periodicamente, situação recorrente com o Kindle que em 3 anos teve seis lançamentos de diferentes modelos, e mais três versões internacionais. Estes são aspetos que potenciam a troca de aparelhos por parte dos consumidores, o que se torna bastante evidente ao fazer uma pesquisa apenas na secção de usados da Kindle, existindo também outras possibilidades de venda e troca de aparelhos usados (Dowd-Hinkle, 2012).

Durante o seu ciclo de vida um equipamento eletrónico passa por várias etapas como produção (para a qual são necessários materiais vindos de todas as partes do globo), distribuição e finalmente reciclagem e/ou deposição (ambas também realizadas a nível global). Na Figura 3.4, está ilustrada, esquematicamente e de forma simplificada, esta dinâmica que envolve este tipo de equipamentos.



**Figura 3.4: Dinâmica simplificada da produção e reciclagem de equipamentos eletrônicos (Munn, et al., 2007).**

Na figura anterior estão representados três fluxos relativos ao ciclo de vida de equipamentos eletrônicos; a vermelho, o respeitante às matérias-primas que são transportadas desde os locais de extração (no continente Africano e Australiano) até aos de produção (norte da Europa e sudoeste Asiático); a azul está representada a distribuição dos equipamentos até aos consumidores, que estão maioritariamente na Europa e EUA; por fim, a preto está representada a exportação destes resíduos até à China (não sendo o único país onde esta situação se verifica, ainda que seja o único país representado nesta simplificação) (Munn, et al., 2007). Tanto a produção como a reciclagem de equipamentos electrónicos desempenham um importante papel na sociedade chinesa, gerando emprego e crescimento económico, mas também conflitos, particularmente ao nível das condições de trabalho e saúde pública (Manhart, 2007).

Este ciclo de vida global dificulta a análise deste tipo de equipamentos, e torna mais complicado alertar e informar o público sobre as consequências resultantes da sua substituição, em particular da geração de resíduos uma vez que os consumidores estão, em geral, afastados dos problemas que se desenrolam à volta tanto da produção como da deposição dos mesmos.

### 3.2.5 Diretiva REEE

A Diretiva de Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos – REEE (ou WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment Directive) é uma diretiva da união europeia relativa à gestão deste tipo de resíduos, e onde se indica a necessidade de recolha, reciclagem e valorização de todos os tipos de produtos elétricos e seus componentes integrantes. Este tipo de equipamentos incluem todos aqueles que estão dependentes de correntes elétricas ou campos magnéticos para funcionar corretamente, bem como os equipamentos para geração, transferência e medição dessas mesmas correntes. Assim, são responsáveis por assegurar gratuitamente a recolha de REEE os distribuidores (grossistas ou retalhistas) que os comercializam (APA, 2014).

Decreto-Lei n.º 67/2014 - Aprova o regime jurídico da gestão de resíduos de equipamentos elétricos e electrónicos, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2012/19/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 4 de julho de 2012, relativa aos REEE, que reformula a Diretiva n.º 2002/96/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Janeiro de 2003.

Este decreto tem por objetivo contribuir para uma produção e um consumo sustentáveis mediante a prevenção de REEE, através da preparação para reutilização, reciclagem e outras formas de valorização, de modo a reduzir a quantidade de resíduos a eliminar e a contribuir para a utilização eficiente dos recursos e a recuperação de matérias-primas secundárias valiosas. Prevê a recolha seletiva como condição prévia para assegurar um tratamento e reciclagem específicos dos REEE, devendo os utilizadores particulares contribuir ativamente para o sucesso dessa recolha. Procura assim co-responsabilizar todos os intervenientes no ciclo de vida dos equipamentos elétricos e eletrónicos e melhorar o seu desempenho ambiental, nomeadamente os produtores, distribuidores e utilizadores e, em especial, os operadores diretamente envolvidos na recolha e tratamento de REEE.

Também estes dispositivos dedicados à leitura de livros digitais se incluem nesta categoria, sendo que ambas as marcas dominantes, Kindle e Kobo, têm nas respetivas páginas na internet essa explicação, ainda que a Amazon (e o Kindle) não estejam situados na UE (Amazon) (Kobo).

No caso da Amazon, a companhia indica uma empresa onde é feita a reciclagem dos seus aparelhos, bastando para isso que os consumidores façam o envio do produto para as suas instalações, não necessitando de pagar quaisquer taxas de reciclagem nem despesas com o envio (é possível, a partir do site, imprimir etiquetas que permitem este envio gratuito).

Segundo dados disponíveis, nos anos de 2006-2007 foram reciclados apenas cerca de 18% destes equipamentos eletrônicos (Dowd-Hinkle, 2012).

## 4. Análise de Ciclo de Vida

---

### 4.1 O CONCEITO

A análise de Ciclo de Vida (ACV ou LCA- Life Cycle Assessment) é um método de avaliação do impacto ambiental que está associado a um produto ou serviço, durante o seu ciclo de vida, ou seja faz uma compilação de todas as entradas (inputs), saídas (outputs) e avaliação dos impactos ambientais associados a um determinado produto ou serviço ao longo de todas as etapas do seu ciclo de vida (Ferrão, 1998).

Esta análise tem como base o conceito fundamental de que a qualquer produto, serviço ou atividade estão necessariamente associados impactos ambientais, desde o momento em que são extraídas as matérias primas que possibilitam a sua existência até ao final da sua vida útil, sendo por isso também chamada de análise do “berço ao túmulo” (cradle to grave).

A aplicação deste método permite identificar impactos ambientais ao longo do processo, criando oportunidades de prevenção ou minimização de emissões poluentes, energia gasta e quantidade de resíduos gerados e consequentemente a conservação de recursos, reduzindo também os custos associados e aumentando a competitividade do produto ou serviço em questão.

Uma maneira de apresentar estas informações aos consumidores é através do Rótulo Ecológico, que tem como objetivo promover produtos com um baixo impacto ambiental ao longo do seu ciclo de vida, permitindo prestar informações simples, precisas, exatas e cientificamente estabelecidas sobre as características ambientais dos produtos aos quais foi atribuído o rótulo ecológico (UNOPS, 2009).

A análise de ciclo de vida, permite fundamentar e apoiar os critérios de atribuição do rótulo, no entanto, a grande vantagem associada a este sistema são todos os benefícios económicos e ecológicos que se geram na empresa com a aplicação do método ACV, pois ele permite identificar oportunidades de melhoria em relação a uma possível diminuição de impactos e até mesmo de alteração do design de produtos.

## 4.2 HISTÓRIA

A noção da complexidade das questões ambientais, e da necessidade de um método que permita a avaliação dos impactes ambientais associados ao ciclo de vida dos produtos terá surgido nos anos 60, nos EUA, sendo que uma das primeiras publicações sobre estas questões é atribuída a Harold Smith, quando este apresentou o tema na World Energy Conference, demonstrando através dos seus cálculos os quantitativos energéticos acumulados necessários para a produção de intermediários químicos e produtos (Ciambrone, 1997).

O nome de ACV (ou em inglês LCA - Life Cycle Assessment) só começa a ser utilizado nos EUA a partir de 1990, entre esta data e 1970 a designação atribuída era a de Resource and Environmental Profile Analysis (REPA). Um aspeto notável é o facto de os primeiros estudos serem realizados sem o auxílio de computadores, o que tornava o processo extremamente lento, pela quantidade de cálculos e dados que era necessário verificar (Hunt, et al., 1996).

O primeiro estudo ambiental bem documentado foi realizado em 1969 pela Coca-Cola e idealizado por Harry E. Teasley. Durante vários meses ele procurou quantificar a energia, matérias-primas e impactes ambientais de todo o ciclo de vida de diferentes embalagens de bebidas, desde a extração dos materiais até ao final da vida útil das mesmas. No entanto, prevendo a complexidade dos dados a obter e a dificuldade em os analisar, Teasley leva a sua ideia até ao Midwest Reserch Institute (MRI), onde o estudo é concluído, ainda que nunca tenha sido publicado devido ao seu conteúdo confidencial. Contudo, em 1976 é divulgada a única informação sobre o estudo realizado, um sumário, onde se demonstrava que as garrafas de plástico não seriam piores do que as de vidro, em termos ambientais (Hunt, et al., 1996).

O MRI continuou a realizar alguns estudos REPA e em 1972, a U.S. Environmental Protection Agency (USEPA), encomendou um sobre embalagens de cervejas e sumos, com a intenção de avaliar as implicações ambientais do uso de embalagens de vidro reutilizáveis em vez das latas não reutilizáveis. Este estudo era de grande interesse dado que na altura as garrafas reutilizáveis estavam a ser substituídas por não reutilizáveis e foi necessário envolver várias indústrias e seus respetivos fornecedores, tendo sido caracterizados mais de 40 materiais, no mais elaborado REPA até à data com intervenientes das indústrias do vidro, aço, alumínio, papel e plástico. Dos resultados obtidos, foi concluído que as embalagens reutilizáveis eram a opção mais favorável (Ferreira, 2004).

Após um período durante o qual se dedicou pouca atenção a este tema, na Europa da década de 80, com os movimentos ecologistas e a criação de políticas verdes,

essencialmente motivadas pelas questões da reciclagem aplicada a embalagens, fazem renascer um novo interesse na ACV, tendo ganho força na década de 90. Inicialmente explorada pelos gestores de grandes empresas de fabrico de bens de consumo, a ACV servia para valorizar e demonstrar a superioridade dos seus produtos face aos concorrentes, sendo depois reforçada por campanhas de associações de consumidores onde se exigiam informações ambientais sobre os produtos comercializados (Ferrão, 1998).

Com a atenção crescente que é demonstrada tanto pelo público como pelas empresas na década de 90, as atividades de ACV voltaram a ter uma elevada importância, na Europa e nos EUA, prova disso é o facto da Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) ter realizado esforços com o objetivo de aumentar a compreensão da ACV, pela realização de vários workshops, tendo desempenhado também um papel fundamental na reunião de profissionais, utilizadores e investigadores para colaborações no sentido do melhoramento contínuo da metodologia ACV. Destes workshops resultou a metodologia e terminologia que hoje se conhece. Em 1992 foi formada a Sociedade para a Promoção do Desenvolvimento de Ciclo de Vida (SPOLD), com a missão de juntar recursos, para acelerar o desenvolvimento da metodologia ACV como uma abordagem de gestão aceite para ajudar na tomada de decisão (Ferreira, 2004).

Foi criado em 1992, um comité técnico (TC 207/SC 5), pela Organização Internacional para a Normalização (ISO) com o objetivo de normalizar abordagens de gestão ambiental, incluindo as ACV. Atualmente os dois documentos ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006 substituem as anteriores edições.

Normas sobre ACV (ISO, 2009):

- ISO 14040:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework
- ISO 14044:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines
- ISO/TR 14047:2003, Environmental management — Life cycle impact assessment — Examples of application of ISO 14042
- ISO/TS 14048:2002, Environmental management — Life cycle assessment — Data documentation format
- ISO/TR 14049:2000, Environmental management — Life cycle assessment — Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis

Atualmente esta avaliação de ACV, é usada, no sentido de identificar oportunidades para a otimização de produtos, processos ou serviços, servindo em muitas situações para melhorar o design de produtos, e sendo visto como uma forma de alcançar objetivos mais abrangentes de sustentabilidade.

Outra questão que se reveste de extrema importância no contexto de mercado globalizado é que a produção de qualquer produto implica, na maior parte das vezes importações e exportações de materiais que atravessam vários países e continentes, sendo vital para estas ACV manter uma cooperação internacional.

Não existe em Portugal, ao contrário da maioria dos países da EU, uma entidade pública ou privada cujo objetivo principal seja o de desenvolver aspetos relacionados com a metodologia ACV.

### **4.3 DESCRIÇÃO GERAL**

A ACV define-se assim como um processo de compilação de entradas (inputs), saídas (outputs) e de potenciais impactes ambientais associados ao ciclo de vida de um produto ou serviço. Na ACV de um produto estão incluídos todos os processos associados ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração das matérias-primas, aos processos de produção dos materiais utilizados para fabricar os produtos, passando também pela própria utilização do produto até à sua deposição final, razão pela qual é frequentemente denominada como sendo uma abordagem do berço ao túmulo (Ferrão, 1998).

Na Figura 4.1 estão indicados os diferentes estágios de ciclo de vida que podem ser considerados numa ACV. Para cada estágio do ciclo de vida devem ser consideradas as entradas (inputs) e as saídas (outputs) de recursos, matérias-primas, produtos, energia gasta, descargas, emissões, resíduos etc.

O início da análise do ciclo de vida começa quando é iniciada a remoção de matérias-primas, ou seja, as entradas no sistema são contabilizadas incluindo tudo desde as fontes energéticas até ao transporte desde o ponto de extração até ao ponto de processamento, continuando até ao tratamento dado ao produto quando este passa a ser considerado como resíduo.

Da mesma forma, para cada estágio, devem ter-se em consideração as saídas (outputs), que podem ser emissões para o ar, descargas para a água, resíduos sólidos ou outros.



Analogamente ao descrito no parágrafo anterior, nas saídas devem também ser incluídos todos os tratamentos realizados aos resíduos do produto em análise.

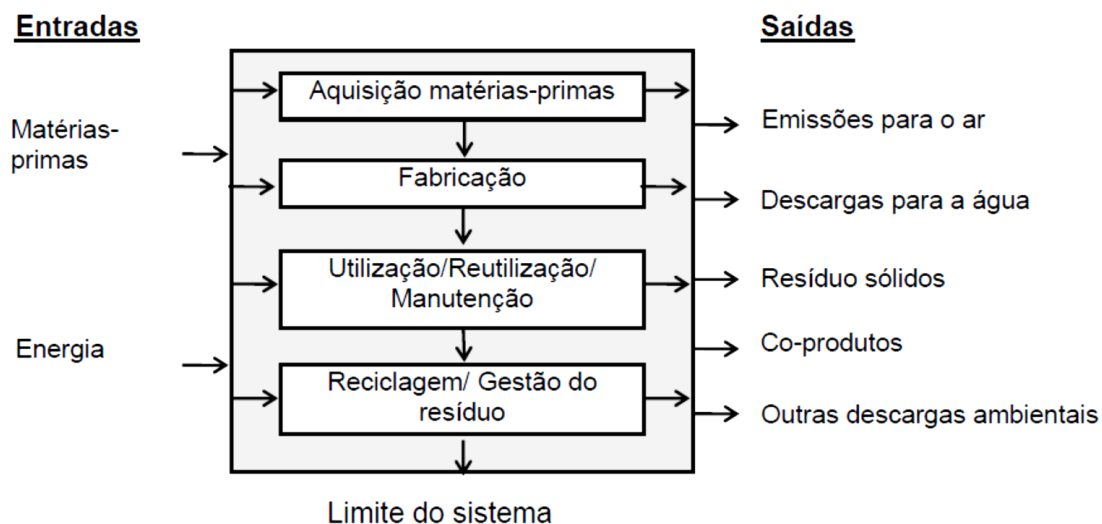


Figura 4.1: Estágios do ciclo de vida de um produto (Ferreira, 2004).

#### 4.4 METODOLOGIA

A metodologia usada numa ACV assenta em quatro fases, definição de objetivos e âmbito, análise de inventário, análise de impacto e finalmente interpretação dos resultados obtidos. As referidas fases da ACV estão esquematizadas na Figura 4.2.

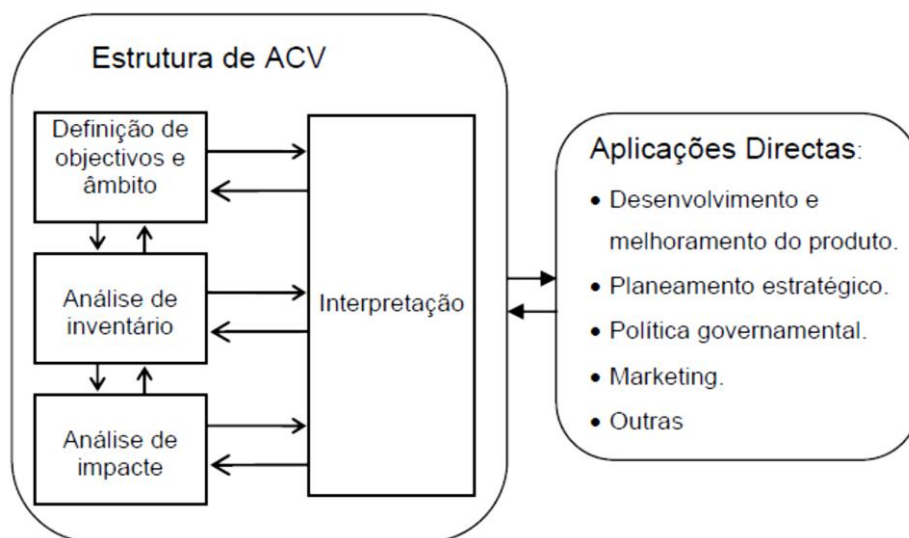


Figura 4.2: Estrutura de uma Análise de Ciclo de Vida (Ferreira, 2004).

Definição de objetivos e âmbito – Nesta fase é dado início ao processo, é onde se define e descreve o produto, processo ou atividade, bem como o objetivo do estudo e as respetivas fronteiras, limites e efeitos ambientais a serem revistos para a avaliação, bem como os pressupostos a considerar (Alcobia, 2009).

Análise de Inventário – Identifica e quantifica o uso de energia, água, e materiais utilizados e descargas ambientais associadas ao sistema (p.ex: emissões para o ar, deposição de resíduos sólidos, descargas de efluentes líquidos). Esta análise deve ser realizada em todas as fases do ciclo das várias componentes do produto, incluindo assim a aquisição de matérias-primas, recursos energéticos, processamento de matérias, manufatura de produtos intermediários, transporte de todos estes materiais, montagem, processamento e embalagem do produto final, a sua distribuição, utilização e por fim a sua deposição (Alcobia, 2009).

Análise de Impacte – Terminada a fase relativa ao inventário, são analisados os efeitos humanos e ecológicos da utilização de energia, água, materiais e também das descargas ambientais identificadas na análise de inventário. Esta fase pode dividir-se ainda em três momentos, são eles a classificação das saídas e entradas por grupos de impactes; a caracterização em descritores a partir dos dados primários e complementares obtidos; e a ponderação, que passa pela atribuição de valores relativos aos diferentes impactes (Alcobia, 2009).

Interpretação – Esta fase consiste em avaliar os resultados da análise de inventário e da análise de impacte para seleccionar o produto, processo ou serviço preferido com uma compreensão clara das incertezas e suposições utilizadas para gerar os resultados. Esta avaliação pode ser também utilizada para o desenvolvimento de produtos, rotulagem ecológica e regulação, bem como na definição de cenários e auxílio no estabelecimento de políticas ambientais (Ferreira, 2004).

#### **4.5 BENEFÍCIOS DE UM ESTUDO ACV**

Num estudo de ACV, existe a compilação de uma vasta quantidade de dados de maneira a que se estes se tornem mais entendíveis, ajudando na tomada de decisões, especialmente quando usados em conjunto com outras informações como por exemplo dados de custos. Sendo um método muito utilizado para fazer comparações entre duas opções de produtos

ou serviços semelhantes, pode também influenciar e otimizar o desempenho ambiental dos mesmos. Tendo em conta que todas as etapas do ciclo do produto são consideradas, um dos maiores benefícios deste método é permitir uma visão global de determinado sistema, garantindo que sejam tomadas as melhores decisões possíveis, minimizando os impactos ambientais e alertando para situações que de outra forma poderiam ser ignoradas (Ferreira, 2004).

Com a utilização deste método de análise é possível (EPA, 2006):

- ✓ Desenvolver uma avaliação sistemática das consequências ambientais associadas com um dado produto.
- ✓ Analisar os balanços (ganhos/perdas) ambientais associados com um ou mais produtos/processos específicos de modo a que os visados (estado, comunidade, etc.) aceitem uma ação planeada.
- ✓ Quantificar as descargas ambientais para o ar, água, e solo relativamente a cada estágio do ciclo de vida do produto e/ou processos que mais contribuem.
- ✓ Assistir na identificação de significantes transferências de impactos ambientais entre estágios de ciclo de vida e o meio ambiental.
- ✓ Avaliar os efeitos humanos e ecológicos do consumo de materiais e descargas ambientais para a comunidade local, região e o mundo.
- ✓ Comparar os impactos ecológicos e na saúde humana entre dois ou mais produtos/processos rivais ou identificar os impactos de um produto ou processo específico.
- ✓ Identificar impactos em uma ou mais áreas ambientais específicas de interesse.

#### **4.6 LIMITAÇÕES DE UM ESTUDO ACV**

Um das limitações que é mais frequentemente apontada para a realização de um estudo de ACV é o facto de este ser um método demorado exigindo uma quantidade de dados que facilmente se tornam difíceis de gerir, demorados e/ou difíceis de obter e com custos elevados, pelo que todos estes fatores devem ser ponderados com os possíveis benefícios que daí se possam obter.

O estudo de ACV não determina qual o produto ou processo mais caro ou o que funciona melhor, razão pela qual a informação desenvolvida num estudo deve ser utilizada como uma

componente, de um processo de decisão e complementada com outras como o custo e o seu desempenho (Ferreira, 2004).

Greg Kozak, identificou também outro ponto problemático, além da limitação temporal e dificuldade de obtenção de dados precisos para a situação em causa, as escolhas que são feitas em termos de limites do sistema e da definição do objeto de estudo podem influenciar grandemente os resultados que são obtidos.

#### **4.7 STREAMLINING – FORMAS DE ULTRAPASSAR OS OBSTÁCULOS NA ACV**

Streamlining significa otimizar ou melhorar algo através da remoção de partes menos úteis ou que provocam demasiada resistência. Estes procedimentos são um conjunto de abordagens recomendadas para que se possam contornar alguns problemas que podem surgir. No caso da ACV pode ser particularmente importante por permitir a conclusão da análise ou uma redução significativa no esforço da recolha de informação. Estas abordagens podem ser divididas em duas opções, uma delas implica uma alteração do método utilizado no estudo, enquanto a outra opção implica uma simplificação dos dados necessários, reduzindo assim bastante o esforço que é necessário despende na fase da recolha de dados (Alcobia, 2009).

O método de ACV é um instrumento bastante exigente do ponto de vista do investimento, tanto monetário como temporal que implica, podendo beneficiar da otimização acima referida. Não está por isso direcionado para dar respostas imediatas, sendo frequentemente usado em conjunto com outros dados para auxiliar uma tomada de decisão mais informada (Alcobia, 2009).

A escolha das alterações ou simplificações a fazer durante uma ACV, deve relacionar-se tanto com os objetivos do estudo como com o uso que se pretende dar à informação que dele resulta. Os resultados devem ser sempre avaliados dentro do contexto das limitações do estudo, não devendo ser utilizados para tirar conclusões mais abrangentes do que o inicialmente estipulado. Durante a aplicação do streamlining, devem ser ponderadas as seguintes questões (Alcobia, 2009):

- Para que vão ser utilizados os resultados do estudo?
- Que alternativas ou ações vão ser consideradas em resultado do estudo?
- Que nível de especificidade é requerido?
- Quão específicos e bem definidos são os produtos ou processos em estudo?

Ainda que a validade desta abordagem não tenha sido determinada, existem, segundo Mary Ann Curran, alguns métodos usados por vários profissionais, que podem ser aplicados para facilitar o processo de ACV (Alcobia, 2009):

- ✓ Limitação ou eliminação de etapas do ciclo de vida – Eliminar alguns dados a montante ou a jusante do sistema em estudo, é uma técnica usada para encurtar ou limitar a quantidade de dados recolhidos;
- ✓ Seleção de impactes ambientais específicos – Através desta abordagem é possível focar o estudo nos aspetos ambientais, que o investigador ou as partes interessadas consideram relevantes, ou em que existem dados disponíveis e quantificáveis;
- ✓ Eliminação de parâmetros de inventário específicos – Reduzir o âmbito do inventário também pode ser uma forma de facilitar a fase de recolha de dados. O âmbito pode ser reduzido através da seleção de categorias de impacto ou de problemas ambientais específicos;
- ✓ Limitação ou eliminação da fase de avaliação de impactes – Muitos estudos de ACV não incluem a fase de avaliação de impactes, sendo mais corretamente denominadas por inventários de ciclo de vida. Esta abordagem é considerada como streamlining visto que a fase de inventário é apenas uma parte do instrumento da ACV;
- ✓ Utilizar dados tanto qualitativos como quantitativos – Nesta abordagem, é recolhida informação qualitativa quando não se encontra disponível informação quantitativa. Os fluxogramas construídos para o estudo incluem os processos e materiais, mas não constituem verdadeiros balanços de massa, visto que não incluem dados quantitativos em cada etapa do ciclo de vida;
- ✓ Utilizar dados de substituição – Quando é difícil ou mesmo impossível a obtenção de dados de um produto ou processo específico, é possível substituir estes por dados sobre um outro produto ou processo semelhante ao que se encontra em estudo que estejam mais acessíveis;
- ✓ Limite dos constituintes estudados – Alguns estudos de ACV eliminam os constituintes de um sistema que englobam menos de uma determinada percentagem do produto ou processo. Para ACV completas esta percentagem é, muitas vezes, 1 %, mas para o caso em que se aplica streamlining, esta percentagem pode ser maior. Esta abordagem tem a vantagem de limitar o número de itens em estudo e de considerar apenas aqueles que são provavelmente mais importantes para o produto em análise, visto que contribuem para uma maior proporção ou volume do mesmo.

## 4.8 SOFTWARE EM ACV

Com o crescente interesse na ACV e a necessidade de gerir e analisar uma quantidade de dados e informações cada vez mais complexas, têm vindo a ser desenvolvidos e melhorados vários programas informáticos. Associados a estes estão bases de dados que permitem apoiar a realização deste tipo de análise, sendo os mais relevantes: SimaPro; KCL-ECO e KCL EcoData; LCAiT; GaBi; e, PEMS (Alcobia, 2009). Na tabela seguinte está uma breve descrição de três desses programas auxiliares em ACV.

**Tabela 4.1: Software em ACV (Alcobia, 2009).**

<b>SimaPro</b>	
Base de Dados	<ul style="list-style-type: none"><li>* Buwal 250</li><li>* Dutch Input Output Database</li><li>* ETH-SEU 96 System processes</li><li>* ETH-SEU 96 Unit processes</li><li>* IDEMAT 2001</li><li>* Industry data</li></ul>
Descrição	Introduzido em 1990, é um dos mais usados em todo o mundo, visto ser de fácil utilização. É usado para análise ambiental dos produtos com vista a uma tomada de decisão no desenvolvimento de produtos e política de produto ( <a href="http://www.pre.nl">http://www.pre.nl</a> ). É possível utilizar diferentes metodologias de avaliação de impactes devido à flexibilidade deste instrumento. Os resultados são transparente visto que é sempre possível saber o que está por trás dos resultados (as emissões ou processos mais importantes, etc.). Existem diferentes versões, tais como, a versão "designer", analista, multi-utilizador, extra utilizador, educacional singular e multi-utilizador e ainda uma versão demo ( <a href="http://lca.jrc.ec.europa.eu/">http://lca.jrc.ec.europa.eu/</a> ).
<b>KCL-ECO</b>	
Base de Dados	<ul style="list-style-type: none"><li>* KCL EcoData é uma base de dados de ICV atualizada continuamente e dirigida fundamentalmente para cálculo de inventário do ciclo de vida de produtos florestais. Os dados foram recolhidos por especialistas de vários ramos da indústria juntamente com publicações e questionários. EcoData contem aproximadamente 300 módulos de dados cobrindo vários sectores</li></ul>
Descrição	O programa está desenvolvido para levar a cabo cálculos dos módulos que descrevem uma ACV. As versões anteriores do <i>software</i> têm sido utilizadas

	<p>com sucesso nos diversos sectores da indústria e para propósitos educacionais desde 1994. Algumas das características da recente KCL-ECO 4.0 são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Suporta alocação “multi-saídas”;</li> <li>• Os módulos podem ser agregados de modo conveniente;</li> <li>• Processamento gráfico dos resultados;</li> <li>• Função “HotSpot”. As fontes de emissão mais significativas podem ser encontradas facilmente, mostradas no ecrã e impressas por ordem de importância;</li> <li>• O utilizador pode esconder alguns módulos, por exemplo, quando pretende enviar um diagrama de fluxos para um utilizador que não deve ter acesso a todos os módulos (<a href="http://lca.jrc.ec.europa.eu/">http://lca.jrc.ec.europa.eu/</a>).</li> </ul>
<b>GaBi</b>	
Base de Dados	<p>* O programa tem uma base de dados de alta qualidade, sendo bastante compreensiva e consistente. Inclui também informação da base de dados da Comissão Europeia – ELCD. As bases de dados GaBi são sempre construídas com uma estrutura básica definida. O próprio <i>software</i> disponibiliza ao utilizador a interface para a base de dados.</p>
Descrição	<p>A versão GaBi 4, é uma ferramenta para construir balanços de ciclo de vida que suporta o manuseamento de grande quantidade de dados e com modelação do ciclo de vida do produto. Este software calcula balanços de diferentes tipos e ajuda a agregar os resultados. As suas principais características são:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O software GaBi 4 é baseado num conceito modular. Isto significa que planos, processos, fluxos e suas funcionalidades estabelecem unidades modulares que são manuseados e interligados facilmente para o cálculo de ACV. Também as várias fases do ciclo de vida podem ser capturados em módulos e modificados separadamente;</li> <li>• O “<i>GaBi web questionnaire</i>” permite organizar e recolher dados. Sistemas parametrizados são desenvolvidos no programa e uma funcionalidade especial permite criar automaticamente questionários para facilitar e rentabilizar o processo de recolha. A informação recebida é depois importada para o programa que é suportado por uma função de verificação de consistência</li> </ul>





## **5. Metodologia ACV aplicada aos livros**

---

### **5.1 DEFINIÇÃO DOS OBJETIVOS E ÂMBITO DO ESTUDO**

A primeira fase da ACV consiste na definição dos objetivos a serem alcançados com o estudo, o seu âmbito, descrição da unidade funcional, e estabelecimento de um procedimento para assegurar a qualidade do estudo (Ferreira, 2004).

Na Norma ISO 14040:2006 são referidos como pontos fundamentais na definição de objetivos, a aplicação intencionada, as razões para realizar o estudo e o público-alvo a quem se destinam os resultados do estudo (Ferreira, 2004).

#### **5.1.1 Objetivos e âmbito do Estudo**

Este estudo pretende fazer uma comparação do ciclo de vida entre livros impressos e ebooks que estão disponíveis no mercado, para o público em geral. Ainda que relativamente recentes no mercado português, os ebooks e respetivos e-readers têm vindo a ganhar uma importante cota de mercado, nomeadamente nos EUA, tornando-se relevante uma avaliação comparativa dos dois ciclos de vida.

Ao comparar estas duas opções vão certamente surgir informações úteis, permitindo ao consumidor interessado nestas temáticas, uma tomada de decisão mais consciente quando opta por um dos sistemas, impresso ou digital.

Dada a quantidade de dados necessários para proceder a esta ACV, e à dificuldade em obtê-los, esta ACV será apenas teórica, ou seja, vão ser consideradas todas as etapas e processos dos dois ciclos de vida, mas estes não vão ser traduzidos em valores.

Os objetos de estudo são apenas as duas opções de livros (impresso ou digital), uma vez que apesar dos aparelhos poderem ser utilizados também para ler revistas ou jornais que tenham esta opção disponível, o ciclo de vida seria diferente conforme a periodicidade das publicações, bem como os materiais usados em cada tipo de publicação. São excluídos livros escolares e livros técnicos, sendo considerados apenas outros géneros literários (romance, ficção, policial, etc), uma vez que a formatação é um pouco mais padronizada e inclui geralmente apenas texto, tornando mais simples a definição da unidade funcional e posterior comparação.

Em relação aos livros digitais, importa definir que o tipo de suporte a ser considerado para desenvolver este trabalho são os e-readers dedicados e otimizados para este tipo de livro e ficheiro. Por um lado são a experiência mais próxima e comparável com a leitura em papel e por outro, caso fossem considerados outros dispositivos como o computador, tablets ou smartphones seria complicado atribuir uma percentagem de uso para fazer uma avaliação, uma vez que estes servem múltiplas funções.

### 5.1.2 Descrição da Unidade Funcional

A correta definição de unidade funcional (UF) é particularmente relevante neste caso, uma vez que se trata da comparação entre dois produtos. A unidade funcional é uma medida do desempenho das saídas funcionais do sistema.

Neste caso, e tendo sempre o cuidado de manter os dois sistemas equivalentes define-se que a unidade funcional é a quantidade de livros lidos num ano, igual nos dois casos, lidos apenas uma vez em ambos os sistemas impresso e digital. Falta agora obter uma medida que faça a correspondência entre os dois sistemas.

Para isso é necessário definir um 'livro tipo', o que implica definir as suas características como tamanho e número de páginas, o que tem influencia direta na quantidade de matérias necessárias para a sua produção. De seguida define-se um número de livros a serem lidos, durante um determinado período de tempo.

A partir desta caracterização, a análise é feita tendo em atenção que vai ser lido um determinado número de livros, aos quais corresponde um número de páginas, durante um determinado período de tempo.

### 5.1.3 Limites do Sistema

Esta ACV pretende focar-se dentro dos limites do território nacional, considerando os editores, distribuidores e comerciantes nacionais apenas, ou seja, os livros impressos e os e-readers são comprados em território nacional (não sendo neste estudo considerados livros e dispositivos que possam ser encomendados no estrangeiro). Relativamente aos ebooks, dado que a compra se realiza através da internet e não implica uma deslocação física, estas podem ser efetuadas em qualquer site português ou estrangeiro que tenha esta opção disponível. Como já referido anteriormente são excluídos livros escolares e livros técnicos, sendo considerados apenas outros géneros literários (romance, ficção, policial, etc.).

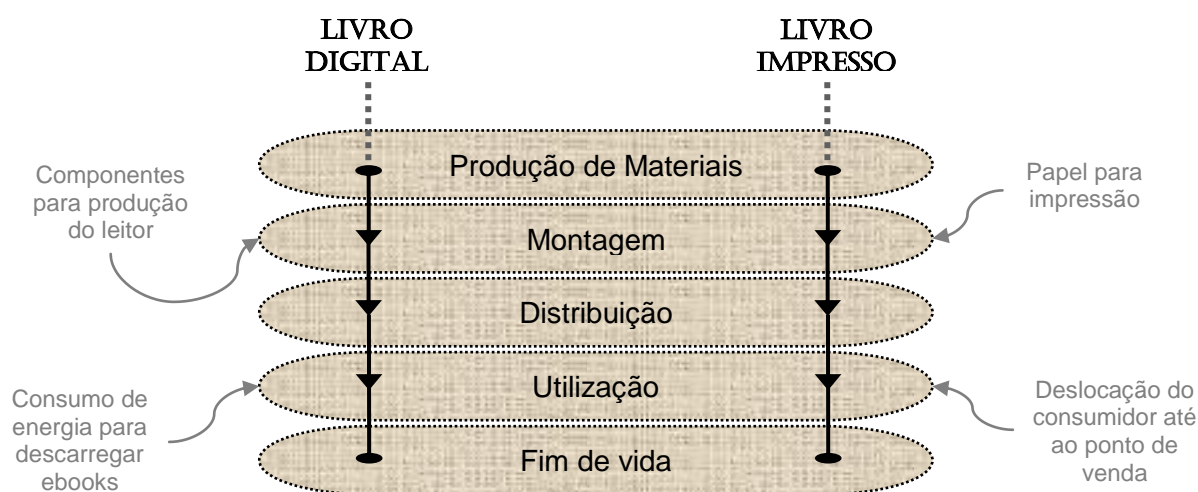
No entanto, relativamente à extração de matérias-primas, processamento das mesmas e montagem dos e-readers, é considerado um mercado global.

#### 5.1.4 Descrição do Sistema

Este sistema é composto por duas ACV de modo a permitir a sua comparação, o sistema inclui livros impressos, bem como ebooks e respetivos dispositivos de leitura.

Os dois ciclos de vida vão ser analisados em etapas equivalentes, ainda que as tarefas numa determinada etapa possam ser diferentes, o processo de fabrico desenvolve-se obedecendo a uma dinâmica semelhante, permitindo assim uma comparação e possibilitando uma análise, por etapa, caso seja relevante.

As cinco etapas a ser analisadas são produção de materiais, montagem, distribuição do produto, utilização e finalmente a deposição no seu fim de vida, esquematizadas de forma simplificada na figura seguinte.



**Figura 5.1: Etapas consideradas na ACV do processo de produção dos dois tipos de livros.**

##### 5.1.4.1 Livros Impressos

A opção por livros impressos vai ser analisada nas cinco tarefas a seguir descritas e esquematizadas pelo diagrama da Figura 5.2. Esta análise inclui também o transporte

necessário para movimentar as matérias-primas e materiais entra cada etapa do ciclo de vida do produto.

#### Etapa de Produção de Materiais

Enquadram-se aqui todos os componentes necessários para a produção de papel e das tintas que vão ser utilizadas na impressão. Incluem-se também dados relativos ao transporte do material para a etapa seguinte.

#### Etapa de Montagem

No caso dos livros impressos, a montagem é tudo o que está relacionado com a impressão do livro, montagem, colagem e preparação para ser distribuição.

#### Etapa de Distribuição do Produto

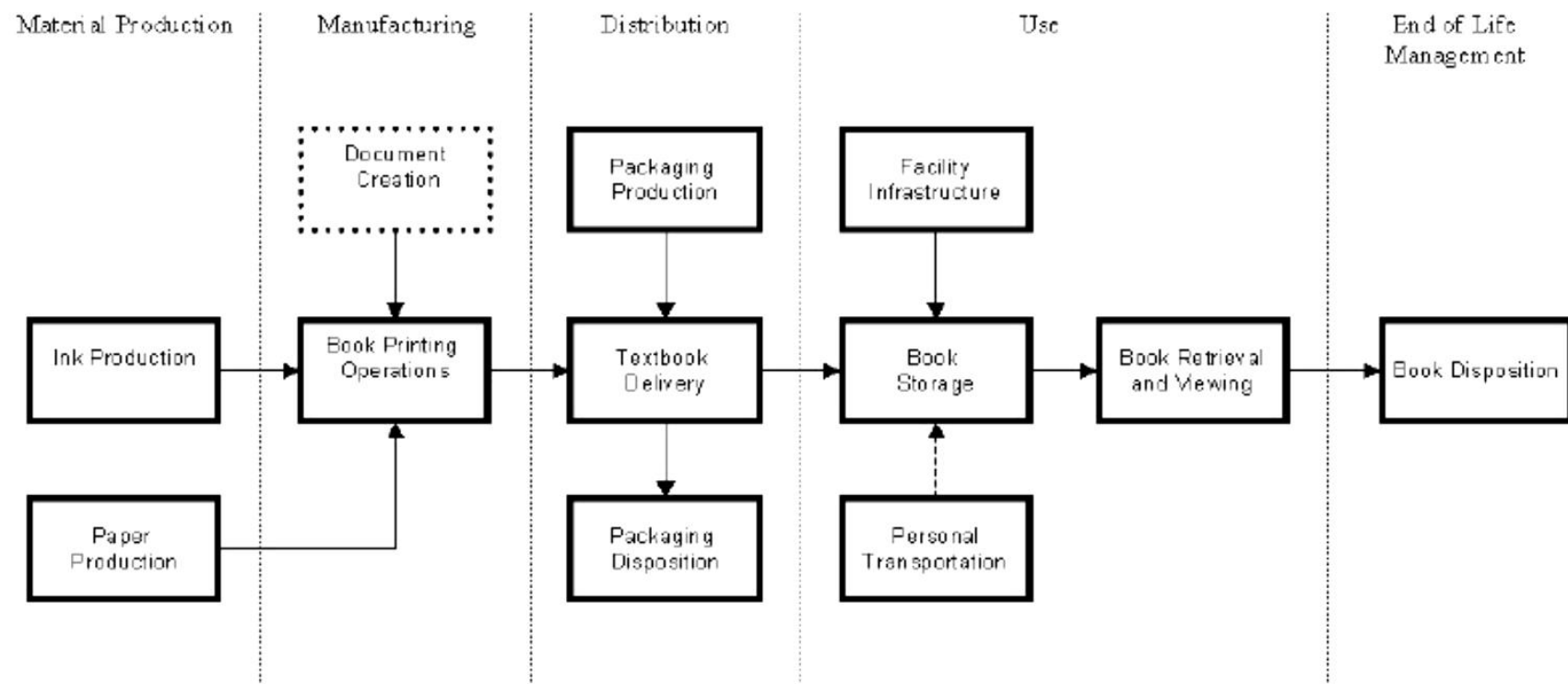
Depois de pronto o livro é enviado e distribuído por vários locais, para armazenamento, até chegar a uma livraria. Também devem ser considerados os impactes causados pelas embalagens usadas durante o transporte.

#### Etapa de Utilização do Produto

Ao ser rececionado na livraria, cada livro passa por uma fase de processamento e registo no sistema operativo da loja antes de ser arrumado e ficar disponível para o público. Os consumos com a manutenção da livraria devem também ser incluídos na análise, bem como o percurso que é feito pelo cliente até à livraria para comprar o livro.

#### Etapa Fim de Vida

Depois de lido uma vez, o livro pode ser armazenado, trocado, vendido, etc, no entanto, caso esteja danificado poderá ser considerado que está no final da sua vida útil e deitado fora.



**Note:** Model elements include material/energy inputs and waste outputs from product process and distribution

..... Model element is shown for clarification purposes only and is not modeled independently

-----> = optional activity

**Figura 5.2: Diagrama das Etapas de Ciclo de Vida dos Livros Impressos (Kozak, 2003)**

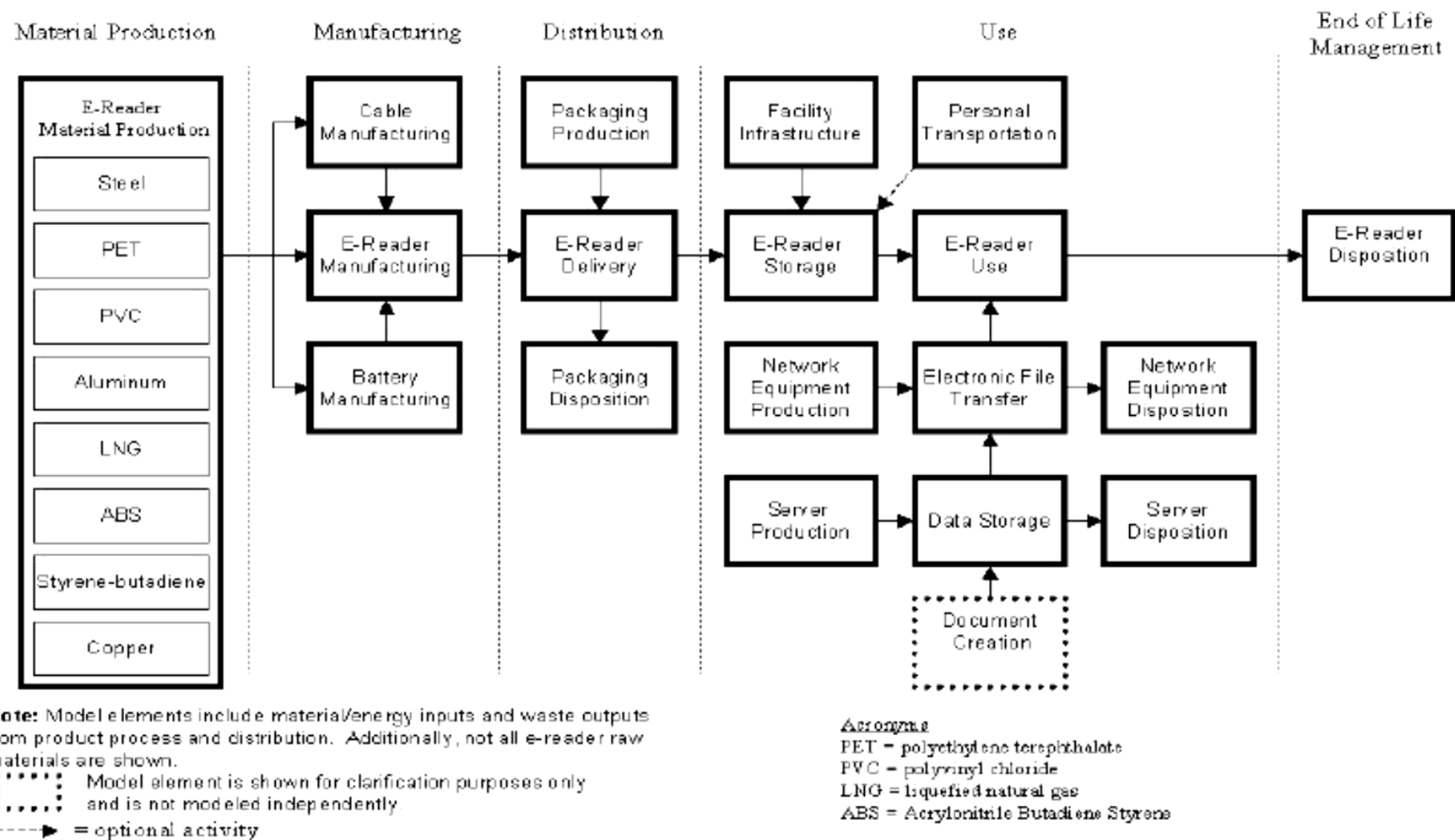


Figura 5.3: Diagrama das Etapas de Ciclo de Vida dos Livros Digitais (Kozak, 2003)

#### 5.1.4.2 *Livros Digitais*

Na Figura 5.3 estão esquematizadas as cinco etapas a ser avaliadas para esta opção de livros.

##### Etapa de Produção de Materiais

Os leitores são compostos por uma variedade de materiais de diferentes origens, como plásticos, borrachas, metais, entre outros, devendo ser identificados e avaliados sempre que possível.

##### Etapa de Montagem

O processo de montagem, neste caso, envolve muitas atividades diferentes devido aos diferentes componentes, desde montagem de bateria, ecrã, sistema operativo, etc. Esta etapa fica concluída assim que o dispositivo está montado e pronto para ser enviado.

##### Etapa de Distribuição do Produto

Depois de pronto o dispositivo é enviado e distribuído por vários locais, para armazenamento, até chegar a uma livraria. Também devem ser considerados os impactes causados pelas embalagens usadas durante o transporte.

##### Etapa de Utilização do Produto

Ao ser rececionado na livraria, cada e-reader passa por uma fase de processamento e registo no sistema operativo da loja, antes de ser arrumado e ficar disponível para o público. Os consumos com a manutenção da livraria devem também ser incluídos na análise, bem como o percurso que é feito pelo cliente até à livraria para adquirir o e-reader.

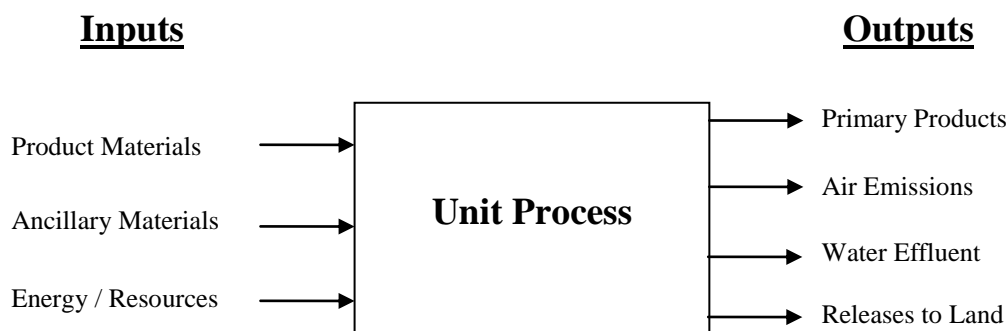
Nesta etapa estão incluídos todos os impactes relacionados com o armazenamento de ebooks em data centers e com tudo o que envolve o percurso do consumidor até descarregar e usar o ebook. Consideram-se também os impactes adicionais, que são todos os relacionados com a manutenção dos servidores e da rede de internet, que mantêm os ebooks disponíveis.

## Etapa Fim de Vida

O final da vida útil de um equipamento eletrônico inclui todos os tratamentos necessários à sua deposição

### 5.2 ANÁLISE DE INVENTÁRIO

A Análise de Inventário consiste na compilação de dados e quantificação de entradas e saídas do sistema ao longo do ciclo de vida de um produto, é o processo de recolha de todos os dados relativos à quantificação de matérias-primas, energia, co-produtos, emissões atmosféricas, para a água e solos e produção de resíduos que são gerados em consequência do ciclo de vida do produto em análise. O diagrama conceptual da figura seguinte mostra o processamento de dados relativo a cada atividade realizada dentro de cada uma das etapas descritas no posto anterior.



**Figura 5.4: Inventário de cada atividade considerada nas etapas a avaliar (Kozak, 2003).**

Segundo a Norma ISO 14040:2006, o inventário deve ser realizado relacionando os dados recolhidos com um processo unitário, e com a unidade funcional definida e validando os dados obtidos, uma vez que assim os resultados são gerados para cada processo unitário e para a unidade funcional definida do sistema modulado.

Nesta fase de levantamento de dados e de cálculos de quantificação de entradas e saídas é também a fase onde podem ser identificados novos aspetos ou limitações, que poderão levar a uma alteração no processo de ACV inicialmente estabelecido, no entanto, tão importante como o levantamento de dados é o desenvolvimento de um plano de recolha de dados adequado a cada situação, e a sua implementação.



As categorias de dados para as quais devem ser recolhidas informações incluem inputs de energia e de material, consumo de água, emissões de poluentes para o ar e água, bem como a produção de resíduos sólidos. Neste processo de recolha de dados, muitas vezes têm de ser tomadas decisões relativamente a que materiais ou componentes devem ser contabilizados no ciclo de vida em análise. Uma recomendação prática que auxilia na decisão é que os componentes que contabilizem mais de 1% do total da massa do produto analisado devem ter prioridade e ser incluídos na análise. Da mesma forma, devem ser incluídos e contabilizados todos os componentes dos quais se suspeite terem um grande impacto ambiental associado.

Deve sempre definir-se a origem dos dados usados no estudo, sejam eles vindos de bases de dados, de estudos anteriores ou provenientes de recolha direta junto de indústrias, fornecedores ou outros intervenientes (Kozak, 2003). Os dados recolhidos devem ser sempre relacionados com a unidade funcional que foi definida anteriormente, de maneira a manter a integridade da análise, ainda que sejam usadas unidades diferentes para quantificar aspetos diferentes. Ou seja, tanto os *inputs* como os *outputs* devem ser medidos em função da unidade funcional.

## 5.2.1 Livros Impressos

### 5.2.1.1 *Etapas de Produção de Materiais*

Esta primeira etapa no ciclo de vida de um livro impresso implica a produção de papel e de tinta para as impressões, estes geralmente têm origem no corte de árvores e em petróleo. Tanto um como o outro acarretam pesados impactos associados com a extração de matérias e o seu processamento.

#### Produção de Papel

Aqui devem ser contabilizados todos os inputs e outputs, que ocorrem desde a preparação da madeira até à saída do papel para distribuição. A preparação da madeira passa por vários passos: preparação, fabricação da polpa, branqueamento, refinamento, formação da folha, secagem, revestimento, corte e preparação para envio.

Destes passos podem resultar outputs importantes como as emissões de poluentes para o ar e água. É ainda de reforçar que todos os cálculos de entrada e saída do sistema devem estar relacionados com a unidade funcional definida.

Outro aspeto a considerar, e que deve ser avaliado separadamente é o tipo de capa que será usada no livro, uma vez que dependendo da escolha, esta pode consumir mais material ou implicar o uso de algum tipo de tinta ou processo diferentes das páginas interiores. Isto vai necessariamente implicar diferenças tanto nos *inputs* como nos *outputs*.

O primeiro passo para a obtenção de papel é a preparação da madeira para a produção de celulose. Apenas a parte interior de ramos e troncos é útil para este objetivo, pelo que a primeira tarefa é separá-la da casca (descascar a madeira) (SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2010).

A celulose pode ser obtida a partir de métodos mecânicos ou químicos, originando diferentes volumes de recolha. A produção química é realizada através da remoção de lignina da madeira (que atua como meio de ligação das fibras) por ação de agentes químicos que a dissolvem durante o processo de cozedura num digestor (SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2010).

De seguida é realizado um branqueamento nas fibras que resultaram da cozedura, para que estas percam a cor acastanhada e o papel que daqui resulte possa ser utilizado para impressões de qualidade. Os químicos tipicamente utilizados no branqueamento são o oxigénio ( $O_2$ ), ozono ( $O_3$ ) e peróxido de hidrogénio ( $H_2O_2$ ). Os resíduos destes compostos poderão ser mais facilmente tratados na unidade de efluentes e a água da descarga final não tem efeitos nefastos na vida aquática (SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2010).

Outros químicos como o cloro e dióxido de cloro podem ser usados e são extremamente eficazes durante o branqueamento, no entanto, estes não conseguem ser totalmente neutralizados numa unidade de tratamento de efluentes. Assim a água tratada que é descarregada nos rios ou no mar, contem ainda resíduos de compostos de cloro, o que poderá destruir habitats aquáticos. Razão pela qual estes tendem a ser afastados do processo, sendo que a celulose branqueada sem a utilização destes químicos é denominada de Totalmente Isenta de Cloro (SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2010).

Depois de atingida a cor desejada é adicionada água, sendo a consistência da camada fibrosa constituída por 99% água e materiais processuais e 1% de fibra., sendo assim encaminhada para a formação da folha de papel. Esta suspensão de celulose é distribuída através de um crivo fino com orifícios para permitir que inicie o processo de drenagem e a formação de um tapete inter cruzado de fibras, formando folhas de papel. Na secção de pressão, as folhas são comprimidas, reduzindo o seu conteúdo em água, enquanto na secção de secagem a restante água é removida por evaporação (SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2010).

A aparência final do papel depende do seu revestimento, que é composto principalmente por caulino (Argila da China), carbonato de cálcio e agentes de ligação, podendo ser também adicionados abrillantadores óticos. Para corrigir ligeiras anomalias na estrutura do papel e adicionar um acabamento/polimento final, o papel calandrado através da fricção gerada ao passar por uma série de rolos suaves e rígidos (SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget, 2010). Finalmente o papel é enrolado em bobinas ou cortado em diferentes tamanhos e embalado e preparado para distribuição.

Para calcular os inputs para a produção de papel é necessário estabelecer que quantidade de papel é usada para a produção de um livro, de maneira a fazer a relação com a UF definida, mas tendo em atenção a diferença entre o material usado na capa e nas páginas interiores. Obter-se-ia assim um valor de massa (kg) de papel gasto por cada livro. Com este valor é então possível verificar os inputs e outputs necessários para a produção desta quantidade de papel. Incluem-se também na recolha de dados, os relativos ao transporte de material para a etapa seguinte, pelo que é importante estabelecer uma distância e o tipo de transporte utilizado para a deslocação.

#### Produção de Tinta

Para produzir tinta é necessário obter o pigmento, resina e um aditivo. Os pigmentos são tratados química e fisicamente, para que se obtenha um material que é depois lavado e filtrado antes de ser misturado com a resina e aditivos. Obtendo-se assim, dependendo das quantidades utilizadas, a cor e acabamentos desejados. Tanto as resinas como os aditivos têm uma base oleosa para que depois de secos o pigmentos fique ligado ao papel.

Em análises de ciclo de vida onde o produto é um livro, é frequente que a tinta não seja considerada no estudo uma vez que representa menos de 1% do total do produto, em peso (Kozak, 2003).

#### 5.2.1.2 Etapa de Montagem

##### Impressão e Montagem do livro

Existem várias formas de impressão, mas a mais comumente usada pelas gráficas é a impressão em offset, ela depende do equilíbrio entre a água e a tinta, dado que a tinta tem uma base oleosa pelo que elas não se misturam.

A impressão ocorre em várias fases nas quais cada cilindro de chapa usado vai transferir apenas uma cor. Tanto em impressoras rotativas (nas quais o papel entra em bobina) como nas planas (em que o papel entra já cortado) o sistema funciona de maneira rotativa, sendo a impressão feita de forma indireta, uma vez que a tinta não é aplicada diretamente no papel. A tinta é aplicada num cilindro de impressão (fotossensível) para que se forme a imagem, que é depois transferida para outro cilindro de borracha que serve de intermediário para a impressão, e finalmente este transfere a imagem para o papel (Kozak, 2003).

Depois da impressão é necessário 'montar' o livro, cortando e dobrando as folhas no tamanho certo, juntando uma capa e colando tudo, ficando este pronto para ser enviado.

Esta é uma etapa cuja principal preocupação é o consumo de energia, pelo que é importante identificar corretamente qual a fonte de energia usada, sem deixar de relacionar os dados obtidos com a unidade funcional definida. Além desta entrada, o consumo de água também deve ser considerado, bem como as emissões de poluentes para a água, ar e a produção de resíduos sólidos.

#### *5.2.1.3 Etapa de Distribuição do Produto*

Para esta etapa torna-se necessário determinar o ponto de partida e de chegada do produto, o de partida será a gráfica, mas para o ponto de chegada deverão ser feitas algumas suposições, para que se possa avançar com a análise, uma vez que os dados do consumo de energia estão diretamente relacionados com a distância que vai ser percorrida. Torna-se necessário definir um local de chegada e um meio de transporte responsável pela deslocação, tendo estas decisões uma influência direta nos resultados a serem obtidos.

Esta etapa poderá, dependendo do caso, necessitar de ser inventariada por fases, uma vez que a distribuição pode ocorrer da gráfica para um armazém, daí ser distribuído para os armazéns de diferentes grupos de livrarias e finalmente daí para cada livraria, loja ou biblioteca, não sendo um percurso simples da gráfica até à livraria. Caso seja utilizado um armazenamento intermediário, os consumos energéticos para o manter operacional devem ser considerados na análise.

Para esta recolha de dados é importante saber que meio de transporte é utilizado e o respetivo consumo médio do mesmo, bem como o tipo de combustível. O número de livros a ser transportado em cada veículo (tendo em conta o seu peso e volume) também pode ser um aspeto a considerar, bem como os impactes relacionados com as caixas e embalagens usadas durante a distribuição.

#### *5.2.1.4 Etapa de Utilização do Produto*

Chegado à livraria, loja, biblioteca, etc, o livro tem de ser processado para dar entrada no sistema antes de ser arrumado. O facto de estar disponível ‘em loja’ implica um gasto de energia para manter a infraestrutura da mesma a funcionar, devendo ser feita uma estimativa do valor por livro e depois relacioná-la com a unidade funcional definida.

Também devem ser considerados os gastos energéticos do consumidor quando este se desloca até à livraria para comprar o livro, mais uma vez é necessário estimar a distância percorrida e o tipo de combustível gasto na deslocação, bem como o número de livros que o consumidor leva consigo ao sair da livraria, uma vez que quantos mais livros levar, menor o gasto energético associado a cada um.

Durante o uso do livro poderiam ainda estimar-se os custos associados com a iluminação durante a leitura, no entanto isso seria bastante incerto, porque está dependente tanto dos hábitos de leitura individuais como dos locais onde o consumidor iria ler, e que poderiam ser no exterior, não havendo, assim um gasto com a iluminação.

#### *5.2.1.5 Etapa Fim de Vida*

Para esta última etapa podem ser consideradas várias opções, pode considerar-se que o livro é guardado na coleção pessoal do consumidor; que é trocado, vendido ou oferecido, ou então simplesmente ser considerado em fim de vida útil e encaminhado para reciclagem ou deposição.

Com tantas opções e variáveis possíveis, é usual considerar que o livro fica na posse do consumidor durante vários anos, simplificando assim esta etapa.

### **5.2.2 Livros Digitais**

O livro digital, tal como foi sendo referido ao longo deste trabalho, iria ser analisado junto com o respetivo dispositivo e-reader. Para que se possa realizar uma correta ACV é necessário identificar todos os componentes que constituem o dispositivo, podendo tornar-se importante desmontá-lo por forma a conseguir fazer a referida identificação dos seus componentes.

Uma diferença em relação a outros dispositivos semelhantes é o ecrã, com e-Ink, pelo que este deve ser considerado com mais cuidado, no entanto também existem características comuns como o microprocessador; sistema operativo; memória; baterias; botões e ecrã tátil; portas para expansão de memória ou ligação ao computador; instalação de software no computador (Kozak, 2003).

Para além do que está no interior do aparelho é necessário contabilizar também tudo o que vem junto com o aparelho, como por exemplo a embalagem, tanto exterior como interior; livro ou folheto com instruções, capa protetora, cabo de ligação de dados, ou outros, dependendo da marca e modelo.

Os cálculos e a quantidade de dados aqui podem ser simplificados, considerando que todos os componentes que representam menos de 1% em peso do peso total do produto podem ser excluídos da análise (o que exclui a embalagem).

A análise do ecrã e-Ink, e da bateria interna devem ser realizadas da mesma forma que o dispositivo, identificados todos os seus constituintes e, caso seja necessário, excluídos os que apresentem menos de 1% em peso do valor total do ecrã ou bateria. Esta operação pode não ser viável, dado que dificilmente se conseguem identificar todos os componentes constituintes de aparelhos eletrónicos.

#### *5.2.2.1 Etapa de Produção de Materiais*

As matérias-primas para a produção de equipamentos eletrónicos e seus componentes são geralmente derivados de metais minerais, gás natural e polímeros com origem em petróleo. O processamento de matérias envolvem reações de separação, mistura, purificação e alteração das características, bem como o transporte até ao local são vão ser transformadas.

Esta etapa deve recolher dados, tanto quanto possível, sobre todos os materiais usados e recursos gastos para a sua produção.

#### *5.2.2.2 Etapa de Montagem*

Da etapa da montagem é expectável que sejam necessários alguns processos de manufatura de modo a que todos os componentes funcionem corretamente, estes devem ser identificados, e analisados pois vão influenciar diretamente os inputs e outputs do sistema. Antes da montagem propriamente dita do e-reader é necessário realizar outras

tarefas como montagem do ecrã e-ink, da bateria e montagem dos cabos de alimentação de dados ou de bateria.

A análise e posterior recolha de dados podem ser dificultadas pela quantidade de informação a recolher, bem como da incerteza sobre alguns dados fornecidos pelos diferentes intervenientes, uma vez que alguns deles podem até considerar que a informação é confidencial.

Nesta fase é esperado um consumo energético importante, bem como a produção de resíduos sólidos

#### *5.2.2.3 Etapa de Distribuição do Produto*

Entre a finalização da montagem do e-reader e a sua entrega num armazém ou local de venda é necessário passar por várias fases, como o embalamento, não só é necessário que o aparelho seja bem acondicionado como também vários dos elementos que fazem parte do pacote necessitam também de embalagem, bem como de livro ou panfleto com instruções. As múltiplas embalagens (exterior, interior e de cada elemento do pacote) implicam uma entrada de papel, cartão e plástico no sistema, devendo nesta fase ser considerada a produção destes materiais, bem como a sua deposição, depois de usados no transporte (a vida útil deste tipo de embalagens é bastante curta).

Para a distribuição propriamente dita torna-se, mais uma vez necessário determinar o ponto de partida e de chegada do produto, o de partida será a fábrica de montagem, mas para o ponto de chegada deverão ser feitas algumas suposições, para que se possa avançar com a análise, uma vez que os dados do consumo de energia estão diretamente relacionados com a distância que vai ser percorrida. Torna-se necessário definir um local de chegada e um meio de transporte responsável pela deslocação, tendo estas decisões influência direta nos resultados a serem obtidos.

Assim, e mantendo uma equivalência entre os dois ciclos de livros considera-se, que tal como no caso dos livros, o consumidor se deslocou à livraria ou loja para adquirir o seu e-reader.

#### *5.2.2.4 Etapa de Utilização do Produto*

Chegado à livraria ou loja, o e-reader tem de ser processado para dar entrada no sistema antes de ser arrumado. O facto de estar disponível 'em loja' implica um gasto de energia

para manter a infraestrutura da mesma a funcionar, devendo ser feita uma estimativa do valor por e-reader, no entanto, para não estar a repetir os cálculos feitos para o ciclo dos livros impressos, pode ser considerada uma simplificação. Pode ser considerado que o livro impresso e o e-reader ocupam um espaço semelhante, logo que terão também um impacto ambiental similar enquanto produto na prateleira do estabelecimento comercial.

Também devem ser considerados os gastos energéticos do consumidor quando este se desloca até à livraria, mais uma vez é necessário estimar a distância percorrida e o tipo de combustível gasto na deslocação.

O aspeto mais importante a considerar nesta etapa é o consumo de energia decorrente do uso de data centers e da rede de internet para obter os ebooks. Os servidores e data centers estão em contínuo funcionamento, mantendo sempre disponível o acesso, neste caso, aos ebooks. Nesta etapa devem ser incluídos todos os impactos relacionados com o armazenamento de ebooks em data centers, incluindo os relacionados com a manutenção/substituição dos servidores que mantêm os ebooks disponíveis.

É esperado que exista um elevado consumo de energia, não só para manter toda a estrutura a funcionar (o que provoca um aquecimento dos equipamentos), mas também para manter o controlo da temperatura, não deixando chegar ao ponto de sobreaquecimento.

Relativamente ao uso do aparelho em si, devem ser contabilizados os consumos de energia, tanto durante o acesso aos ebooks como durante a leitura (a ligação à rede Wi-fi consome bastante mais energia do que durante a leitura), mantendo sempre a relação com a unidade funcional.

#### *5.2.2.5 Etapa Fim de Vida*

Para esta última etapa, apesar do encaminhamento correto para o e-reader ser o fluxo específico de gestão de REEE, isso acresce que o processo seja considerado e analisado, o que pode revelar-se complicado. Uma opção mais simples é definir que tanto o e-reader como todos os seus constituintes são depositados em aterro, e obter, a partir do seu peso um valor para os inputs e outputs.

No final da Análise de Inventário devem apresentar-se os dados obtidos, de forma simples e direta, de maneira a que se tornem mais compreensíveis, usando para isso tabelas ou



gráficos conforme se justificar. Este sumário de dados ganha importância quando se consideram duas opções alternativas, como no caso deste trabalho.

Com a informação apresentada e organizada é possível ter uma ideia mais clara do que se passa durante o ciclo de vida dos produtos em análise. A apresentação deve focar-se não só nos totais, mas também em apresentar dados referentes às diferentes etapas permitindo identificar opções para a otimização do sistema.

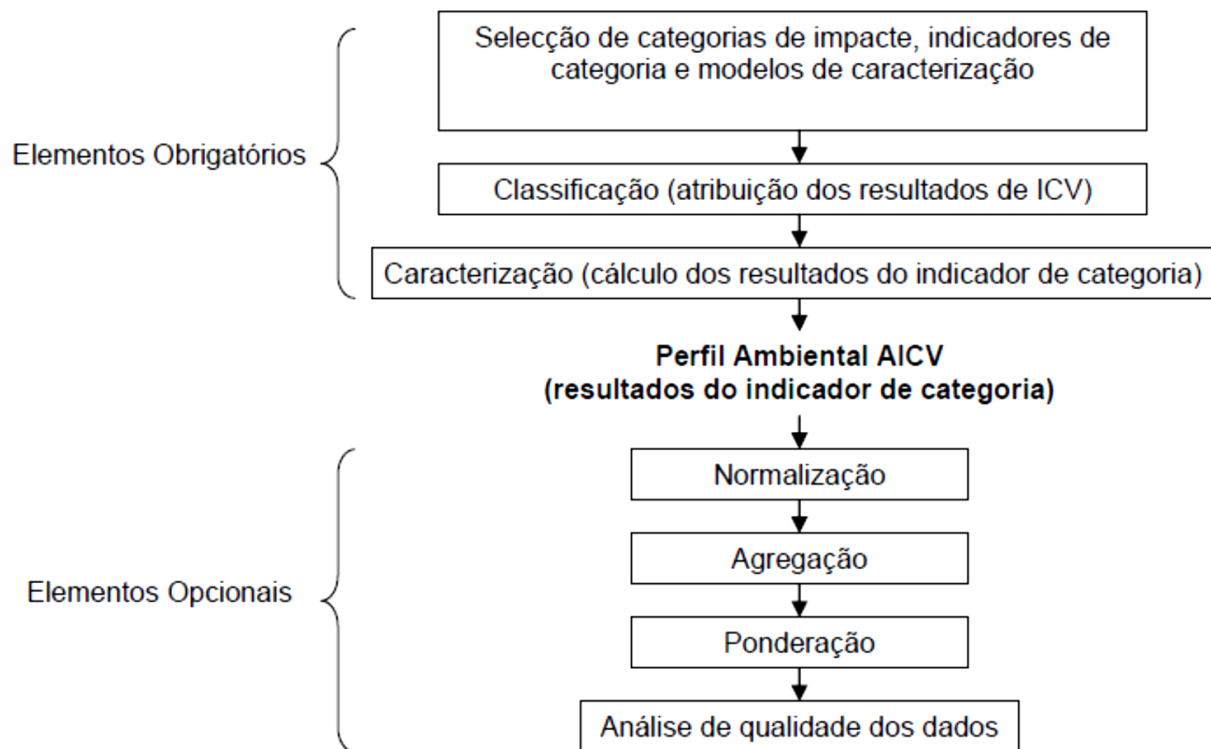
### **5.3 ANÁLISE DE IMPACTE**

A Análise de Impacte do Ciclo de Vida, segundo a Norma ISSO 14040:2006, tem como objetivo compreender e avaliar a magnitude e a relevância dos potenciais impactes ambientais resultantes do ciclo de vida do produto analisado; é a fase onde se estabelece a ligação entre o produto analisado e os potenciais impactes ambientais (Alcobia, 2009), ou seja, a informação recolhida com a Análise de Inventário é reorganizada para formar grupos de categorias de impacte, trazendo uma análise mais significativa. Por exemplo, sabemos que a libertação atmosférica de 9 ton de dióxido de carbono e de 5 ton de metano são ambas prejudiciais, mas com uma Análise de Impacte é possível determinar qual delas tem o maior potencial de impacte ambiental (EPA, 2006).

A Análise de Impacte compreende uma série de elementos obrigatórios e de elementos opcionais, de acordo com a Figura 5.5, estes são (EPA, 2006):

- ✓ Seleção e definição de categorias de impacte – identificam as categorias de impacte relevantes (e.g., aquecimento global, acidificação, toxicidade)
- ✓ Classificação - relaciona os resultados do Inventário com as categorias de impacte (e.g., classificação das emissões de dióxido de carbono na categoria do aquecimento global)
- ✓ Caracterização - modelação dos impactes do Inventário em categorias de impacte utilizando conversões baseadas em pressupostos científicos (e.g., modelar o impacte potencial do dióxido de carbono e do metano para a categoria do aquecimento global)
- ✓ Normalização - expressão dos potenciais impactes por forma a possibilitar comparações (e.g., comparar o impacte no aquecimento global do dióxido de carbono e do metano em duas opções alternativas)

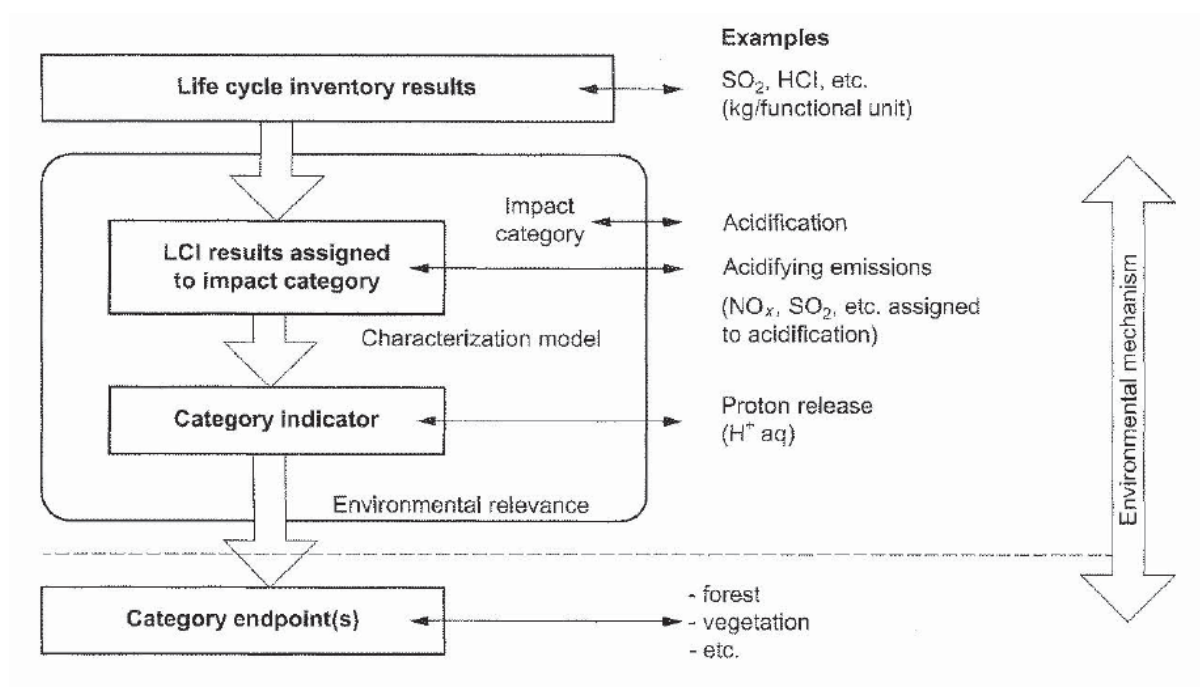
- ✓ Agregação – ordenação ou ranking dos indicadores (e.g., ordenar os indicadores por localização: local, regional e global)
- ✓ Ponderação - destacar os potenciais impactos com maior importância
- ✓ Avaliação e divulgação dos dados – obtenção de uma melhor compreensão sobre a consistência dos resultados obtidos na Análise de Impacte.



**Figura 5.5: Elementos da fase de Análise de Impacte (Ferreira, 2004)**

Dos elementos obrigatórios identificados na figura anterior surgem resultados do indicador de categoria (perfil ambiental) para as diferentes categorias de impacte. Os elementos opcionais servem para normalizar, agrupar ou pesar os resultados do indicador e técnicas de análise de qualidade dos dados (Ferreira, 2004).

A Figura 5.6, ilustra a estrutura geral da Análise de Impacte, mostrando a maneira como os modelos de caracterização refletem os mecanismos ambientais pela descrição da relação entre os resultados do inventário de ciclo de vida, categorias de impacte, indicadores de categoria e categoria(s) de ponto final, e ilustrando estes conceitos relativamente à categoria de impacte “acidificação” (Alcobia, 2009).



**Figura 5.6: Conceito de indicadores de categoria (ISO 14044:2006).**

A metodologia e a estrutura científica para a análise de impacto estão ainda a ser desenvolvidas. Modelos para as categorias de impacto estão em diferentes estágios de desenvolvimento, não existindo uma metodologia aceite na generalidade para associar consistente e corretamente dados de inventário com potenciais impactos ambientais específicos. Para a fase de Análise de Impacte, a Norma ISO 14044:2006 descreve procedimentos em vez de metodologias ou modelos específicos, implicando que qualquer metodologia ou modelo é aceitável, desde que, satisfaça os critérios gerais da ISSO (Alcobia, 2009).

#### Seleção e definição de categorias de Impacte, Indicadores de Categoria e Modelos de Caracterização

Esta primeira etapa da análise de impacto corresponde à seleção de categorias de impacto, e que irá ser considerado como parte da ACV global. Este passo deve ser executado durante a fase inicial de definição de objetivos e âmbito, para orientar o processo de recolha de dados, bem como as reconsiderações seguintes a esta fase. O indicador de categoria pode ser escolhido algures ao longo do mecanismo ambiental entre os resultados provenientes do inventário, e os pontos finais de categoria conforme ilustrado na Figura 5.6 (ISO 14044:2006).

Nesta fase da ACV, os impactos são definidos como as consequências, que podem ser causadas pelos inputs e outputs de um sistema, na saúde humana, plantas e animais ou na disponibilidade futura dos recursos naturais. Tipicamente, as AICVs consistem de três categorias de dano principais: danos à saúde humana, à qualidade dos ecossistemas e aos recursos naturais (Alcobia, 2009).

#### Classificação (atribuição dos resultados do Inventário)

É a etapa na qual os resultados do inventário de ciclo de vida são organizados e atribuídos às categorias de impacto.

Segundo a Norma ISO 14044:2006, para os elementos do inventário que contribuem somente para uma categoria de impacto, o procedimento é uma atribuição direta ( por exemplo, as emissões de dióxido de carbono podem ser classificadas na categoria aquecimento global). No entanto, para os elementos que contribuem para duas ou mais categorias de impacto diferentes, a regra estabelecida para classificação é a seguinte:

- Mecanismo paralelo (os efeitos são dependentes uns dos outros) - afetar uma porção representativa dos resultados do inventário às categorias de impacto para as quais eles contribuem;
- Mecanismo série (os efeitos são independentes uns dos outros) – afetar todos os resultados do inventário a todas as categorias de impacto para as quais eles contribuem.

Por exemplo, segundo a EPA, dado que uma molécula de SO<sub>2</sub> pode ficar ao nível do solo ou viajar através da atmosfera, ela pode afetar ou a saúde humana ou a acidificação, mas não ambas ao mesmo tempo. Por isso, as emissões de SO<sub>2</sub> devem tipicamente ser divididas entre aquelas duas categorias de impacto (p.ex, 50% afetas à saúde humana e 50% afetas à acidificação). No entanto, dado que o dióxido de azoto (NO<sub>2</sub>) pode potencialmente afetar a formação de ozono fotoquímico e a acidificação, ao mesmo tempo, então a quantidade total de NO<sub>2</sub> deve ser afetada a ambas as categorias de impacto (p.ex, 100% à formação de ozono fotoquímico e 100% à acidificação).

#### Caracterização (cálculo dos resultados do indicador de categoria)

A caracterização é, segundo a ISO 14044:2006 a etapa durante a qual são calculados os resultados do indicador de categoria, o que implica a conversão dos resultados do inventário em unidades comuns e a agregação dos resultados convertidos dentro da mesma categoria de impacto. Esta conversão usa fatores de caracterização ou equivalência, sendo o resultado dos cálculos um indicador numérico.

A utilidade dos indicadores para um dado âmbito ou objetivo depende da exatidão, validade e características dos modelos e fatores de caracterização, assim uma análise de impacto corretamente referenciada, documenta as fontes de cada fator de caracterização por forma a garantir que são relevantes para o âmbito e objetivo do estudo (ISO 14044:2006). Por exemplo, se um estudo europeu utiliza fatores de caracterização baseados em estudos científicos dos EUA, deve ser investigada a relevância e aplicabilidade destes antes de serem utilizados em dados europeus, visto que pode afetar a qualidade dos resultados da análise de impactos (Alcobia, 2009).

As variações na qualidade dos indicadores de impacto podem influenciar o resultado global da ACV, devido a diferenças, por exemplo, na complexidade dos mecanismos ambientais entre os limites do sistema e as categorias de ponto-final, nas características espaciais e temporais (como a persistência da substância no ambiente) e nas características da relação dose-efeito (ISO 14044:2006).

As etapas de classificação e caracterização podem ser resumidas conforme se encontra descrito na tabela seguinte, para as categorias de impacto mais utilizadas em estudos de análise de impacto, e que tipicamente se focam nos potenciais impactos em três principais categorias: saúde humana, saúde ecológica, e depleção de recursos (EPA, 2006).

**Tabela 5.1: Categorias de Impacte de Ciclo de Vida mais utilizadas em ACV (EPA, 2006).**

<b>Categoria de Impacte</b>	<b>Escala</b>	<b>Dados Relevantes de ICV (i.e., classificação)</b>	<b>Factor de Caracterização</b>	<b>Descrição do Factor de Caracterização</b>
<b>Aquecimento Global</b>	Global	Dióxido de Carbono (CO <sub>2</sub> ) Dióxido de Azoto (NO <sub>2</sub> ) Metano (CH <sub>4</sub> ) Clorofluorcarbonos (CFCs) Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) Brometo de Metil (CH <sub>3</sub> Br)	Potencial de Aquecimento Global	Converte dados do ICV em equivalentes de dióxido de carbono. Nota: potenciais de aquecimento global podem ser potenciais de 50, 100 ou 500 anos.
<b>Depleção do Ozono Estratosférico</b>	Global	Clorofluorcarbonos (CFCs) Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs) Brometo de Metil (CH <sub>3</sub> Br) Halons	Potencial de Depleção do Ozono	Converte dados de ICV em equivalentes de triclourofluormetano (CFC-11).
<b>Acidificação</b>	Regional Local	Óxidos de Enxofre (SO <sub>x</sub> ) Óxidos de Azoto (NO <sub>x</sub> ) Ácido Hidroclorídrico (HCL) Ácido Hidrofluorídrico (HF) Amónia (NH <sub>3</sub> )	Potencial de Acidificação	Converte dados de ICV em equivalentes de ião de hidrogénio (H <sup>+</sup> ).

<b>Categoria de Impacte</b>	<b>Escala</b>	<b>Dados Relevantes de ICV (i.e., classificação)</b>	<b>Factor de Caracterização</b>	<b>Descrição do Factor de Caracterização</b>
(continuação da pág. anterior)				
<b>Eutrofização</b>	Local	Fosfato (PO <sub>4</sub> ) Óxido de Azoto (NO) Dióxido de Azoto (NO <sub>2</sub> ) Nitratos Amónia (NH <sub>3</sub> )	Potencial de Eutrofização	Converte dados de ICV em equivalentes de fosfato(PO <sub>4</sub> ).
<b>Fumos Fotoquímicos</b>	Local	Hidrocarbonetos não-metano (NMHC).	Potencial de Criação de Oxidante Fotoquímico	Converte dados de ICV em equivalentes de etano (C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> ).
<b>Toxicidade Terrestre</b>	Local	Químicos tóxicos com um registo de concentração letal para roedores.	LC <sub>50</sub>	Converte dados LC <sub>50</sub> em equivalentes.
<b>Toxicidade Aquática</b>	Local	Químicos tóxicos com um registo de concentração letal para peixes.	LC <sub>50</sub>	Converte dados LC <sub>50</sub> em equivalentes.
<b>Saúde Humana</b>	Global Regional Local	Descargas totais para o ar, água e solo.	LC <sub>50</sub>	Converte dados LC <sub>50</sub> em equivalentes.
<b>Depleção de Recursos</b>	Global Regional Local	Quantidades de minerais usados. Quantidade de combustíveis fósseis.	Potencial de Depleção de Recursos	Converte dados de ICV num rácio de quantidade de recurso usado <i>versus</i> quantidade de recurso deixado em reserve.
<b>Uso do Solo</b>	Global Regional Local	Quantidade depositada num aterro ou outras alterações a nível do uso solo	Disponibilidade de terra	Converte massa de resíduo sólido em volume usando uma densidade estimada.
<b>Uso da água</b>	Regional Local	Água usada ou consumida	Potencial de falta de água	Converte dados de ICV num rácio de quantidade de água usada <i>versus</i> quantidade do recurso deixado em reserve.

#### Normalização, Agregação e Ponderação (Elementos Opcionais)

A normalização do resultado de um indicador, que tem carácter opcional, é calcular a sua magnitude relativamente a uma informação de referência, sendo útil para verificar inconsistências, prover e comunicar informação numa significância relativa do resultado dos indicadores e preparar para procedimentos adicionais, tais como, agrupamento, ponderação ou interpretação do ciclo de vida. Tem como objetivo compreender melhor a magnitude relativa de cada resultado do indicador de sistema do produto em estudo (Ferrão, 1998)

A agregação, também opcional, compreende a atribuição das categorias de impacto numa ou mais séries, como pré-definido na definição dos objetivos e âmbito, e pode envolver separação e/ou ordenação. Os procedimentos de agregação possíveis são (ISO 14044:2006):

- Separar as categorias de impacto numa base nominal, pelas características, tais como emissões e recursos, ou por escalas espacial (global, regional e local)
- Ordenar as categorias de impacto numa dada hierarquia, como por exemplo por prioridade (alta, média e baixa), sendo que a ordenação é baseada na escolha de valores.

A ponderação consiste na conversão dos resultados de indicadores de diferentes categorias de impacto, utilizando fatores numéricos baseados em valores e não em pressupostos científicos. Nesta etapa, são atribuídos pesos ou valores relativos às diferentes categorias de impacto baseado na sua importância ou relevância percebida, de acordo com os dois procedimentos possíveis (Ferrão, 1998):

- Converter os resultados do indicador ou resultados normalizados com fatores de peso selecionados
- Possivelmente agregar estes resultados de indicador convertidos ou resultados normalizados, ao longo das categorias de impacto.

Existem três tipos de métodos de ponderação podem ser distinguidos, a ponderação monetária (que é baseada no que se está disposto-a-pagar ou em abordagens de preferências reveladas), a ponderação distância-ao-alvo (utilizando legislação política) e ainda a ponderação por painel social (utilizando julgamento de especialistas ou de interessados no processo de decisão) (Ferrão, 1998).

## **5.4 INTERPRETAÇÃO**

A Interpretação do ciclo de vida é a última fase numa Análise de Ciclo de Vida de um produto ou serviço, e que segundo com a Norma ISO 14040:2006(E), é um procedimento iterativo e sistemático que tem como objetivo: identificar, qualificar, verificar, analisar os resultados, chegar a conclusões, esclarecer limitações, sugerir recomendações e relatar os resultados da interpretação de um modo transparente de forma a encontrar os requisitos da aplicação como descrito nos objetivos e âmbito do estudo. Na Figura 5.7, encontra-se

esquematisada a relação dos elementos da fase “interpretação” com as outras fases da Análise de Ciclo de Vida

Esta fase de Interpretação deve ser realizada em função de três elementos (EPA, 2006):

- ✓ Identificação de pontos relevantes, com base nas fases de Inventário e de Avaliação de Impacte – estes podem ser categorias de dados do inventário, como energia, emissões, resíduos, etc.
- ✓ Avaliação pela verificação da plenitude, sensibilidade e consciência – a verificação da plenitude assegura que está referida toda a informação relevante e dados necessários para a interpretação. A verificação de sensibilidade é avaliar se as conclusões finais são afetadas pelas incertezas dos dados, métodos de afetação ou cálculos de resultados dos indicadores de categoria.
- ✓ Conclusões, recomendações e relatório – verificar se as conclusões estão consistentes com o que foi definido nos objetivos e âmbito do estudo, tendo em atenção as suposições feitas, valores pré-definidos e qualidade dos dados.

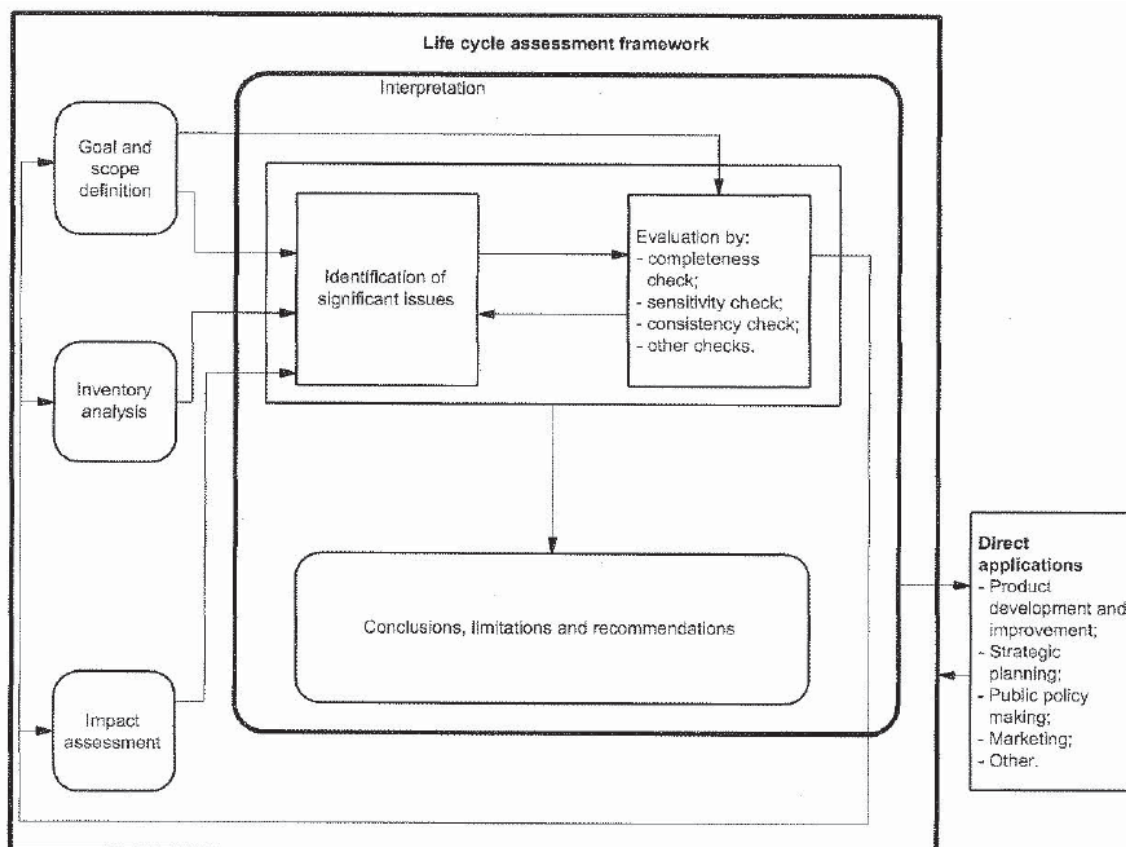


Figura 5.7: Relação dos elementos da fase “interpretação” com as outras fases da Análise de Ciclo de Vida (ISO 14044:2006).



## **6. ACV em Trabalhos sobre Publicações Impressas vs Digitais**

---

São vários os trabalhos realizados na área da ACV, e a temática da leitura em formato digital vs impressa também está incluída, os estudos que a seguir se apresentam estão ordenados por ano de publicação e referem-se a diversos tipos de publicações: jornais, livros, livros escolares e documentos digitais em geral. O objetivo comum a todos eles é concluir sobre qual a opção que representa um menor impacto ambiental.

### **6.1 PRINTED SCHOLARLY BOOKS AND E-BOOK READING DEVICES: A COMPARATIVE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF TWO BOOK OPTIONS**

Autor (es): Greg Kozak

Ano: 2003

Center for Sustainable Systems - University of Michigan, USA

#### **6.1.1 Objetivos**

Este estudo tem como objetivo comparar o ciclo de vida de livros escolares impressos com a sua versão digital, através da utilização de um e-reader. Os livros escolares são os usados por um estudante durante a frequência de um curso com a duração de quatro anos.

Esta comparação vai permitir que a indústria e consumidores tenham informação disponível, relativamente aos impactos de cada opção, para que possam tomar decisões mais informadas sobre qual das duas opções é mais favorável.

#### **6.1.2 Unidade Funcional**

Neste estudo o autor considera a leitura de 40 livros, um por cada uma das cinco disciplinas que o estudante tem em cada semestre, durante o período de quatro anos. A aquisição dos livros é feita no início de cada semestre, na livraria da universidade, o que significa que o estudante faz oito deslocações, comprando os cinco livros daquele semestre todos de uma vez. A unidade funcional considerada é então a leitura dos 40 livros, durante os quatro anos de curso.

Da caracterização do livro resulta que este terá 267.000 palavras e cerca de 500 páginas, sendo que o seu equivalente digital corresponde a um ficheiro com 1.372 kB.

O e-reader escolhido tem uma vida útil de 5 anos, um ecrã LCD monocromático e 8MB de memória interna.

### 6.1.3 Limites do Sistema

O sistema considerado neste estudo está focado no mercado dos EUA, sendo considerado que o uso, distribuição e deposição dos produtos ocorre dentro das suas fronteiras. No entanto, para o fornecimento de matérias-primas é considerado um mercado global, dado que as diferentes matérias são provenientes de diferentes partes do globo.

Temporalmente o estudo considera uma análise de quatro anos, uma vez que o estudo analisa o ciclo de vida de livros escolares correspondente a um curso com quatro anos de duração. Para a ACV das duas opções de livros foi feita separadamente para cada opção, uma análise dividida em cinco etapas, produção de materiais, montagem do produto, distribuição, utilização e fim de vida.

### 6.1.4 Principais Pressupostos

Este é um trabalho bastante detalhado que implicou o estabelecimento de alguns pressupostos, como o facto de haver apenas um utilizador por cada livro e que este ficará sempre com o utilizador, não sendo contabilizados custos de tratamento e deposição com os livros impressos.

Também foi definido que o estudante iria necessitar de adquirir 40 livros escolares ao longo de um período de quatro anos e que no caso dos ebooks todos os 30 alunos de determinada sala iriam aceder ao servidor para descarregar os livros, enquanto no ciclo de vida relativo aos livros impressos cada aluno se iriam deslocar à livraria para adquirir os 40 livros.

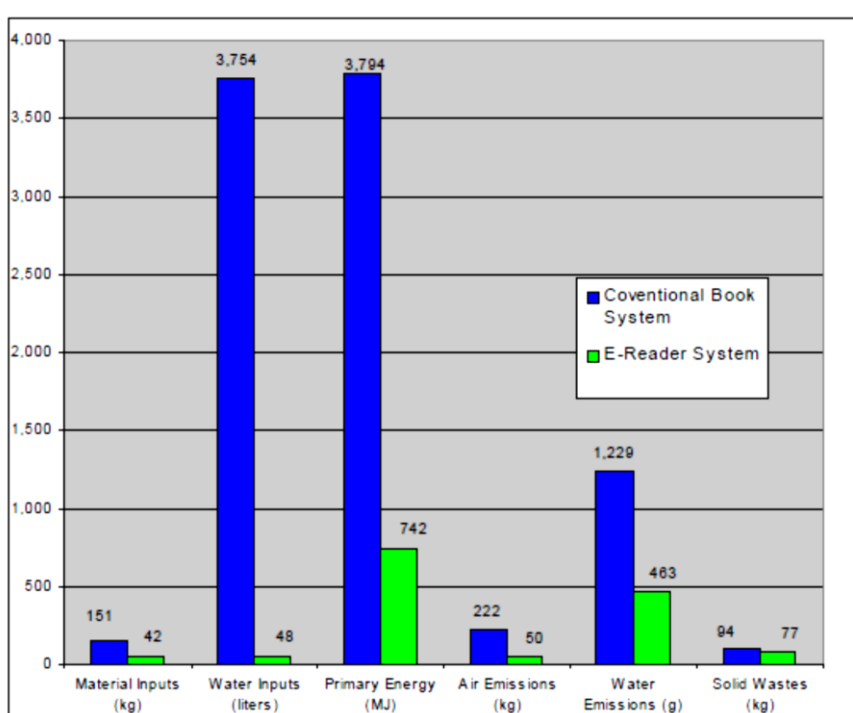
A criação do conteúdo presente nos livros, tanto impressos como digitais é semelhante, sendo por isso excluída da análise.

Ao ser analisada a produção de cada um dos produtos, nem sempre é possível fazer uma análise detalhada, assim, sempre que alguns elementos representem menos de 1% do total de peso do produto não são considerados. Um exemplo disso é a tinta utilizada para a

impressão de um livro e que tem um peso de menos de 1% relativamente ao peso total do livro.

### 6.1.5 Resultados

De uma maneira geral, os livros impressos requerem maiores *inputs* de materiais e água, consumindo também mais energia e consequentemente libertando maior quantidade de emissões para o ar e água, produzindo mais resíduos, quando comparado com os resultados obtidos para os livros digitais, Figura 6.1.



**Figura 6.1: Comparação das diferentes categorias do ciclo de vida total de livros impressos e digitais, obtido por Kozak.**

Nas tabelas seguintes estão discriminados os resultados obtidos, para cada etapa do ciclo de vida, tendo em conta os *inputs* e *outputs* avaliados; Tabela 6.1 e Tabela 6.2.

Nos resultados da tabela seguinte, a etapa de fim-de-vida não tem dados, uma vez que foi considerado que o estudante iria manter o livro consigo, não se desfazendo dele.

**Tabela 6.1: Resultado obtido por Kozak na Análise de Inventário para livros impressos.**

	Material Production	Manufacturing	Distribution	Use	End of Life Management	TOTAL
Material Inputs (kg)	113	21	1	15	0	151
Water Consumption (L)	3,174	26	55	500	0	3,754
Process Energy (MJ)	1,653	724	112	1,305	0	3,794
Air Emissions (g)	99	64	5	55	0	222
Water Emissions (g)	562	87	57	523	0	1,229
Solid Waste (kg)	4	75	0	16	0	94

**Tabela 6.2: Resultado obtido por Kozak na Análise de Inventário para livros digitais**

	Material Production	Manufacturing	Distribution	Use	End of Life Management	TOTAL
Material Inputs (kg)	3	21	1	17	0	42
Water Consumption (L)	28	1	13	6	0	48
Process Energy (MJ)	47	214	28	453	1	742
Air Emissions (g)	3	8	2	37	0	50
Water Emissions (g)	26	123	16	297	0	463
Solid Waste (kg)	0	3	1	72	1	77

Da análise da informação constante nas tabelas anteriores verifica-se que no caso dos livros impressos, o maior uso de materiais e recursos dá-se na primeira etapa do ciclo, durante a produção de matérias, enquanto no caso dos ebooks acontece na etapa de montagem e uso do produto.

De notar também que para os livros impressos a etapa de uso implica um grande consumo de energia, que se deve maioritariamente ao transporte pessoal, ou seja, às deslocações necessárias para adquirir os livros.

Relativamente à análise de impacto, o autor focou-se em três categorias: Aquecimento Global; Depleção do Ozono Estratosférico e Acidificação.

**Tabela 6.3: Resultado obtido por Kozak na Análise de Impacte**

Impact Category	Units	Traditional book system	E-reader system
Global warming	kg-CO <sub>2</sub> equivalents	218	60
Ozone depletion	kg-CFC-11 equivalents	1.04E-06 <sup>a</sup>	1.14E-06 <sup>a</sup>
Acidification	kg-SO <sub>2</sub> equivalents	1.09	0.39

a: Several of the substances included in this category are Class I ozone depleting substances and therefore were phased out of production in 1996. Eliminating these phased out substances from the analysis reveals that the life-cycle ozone depletion total for the conventional book system should be reduced to 9.59E -07 kg of CFC-11 equivalents and 7.85E -07 kg of CFC-11 equivalents for the e-reader system.

Da síntese dos dados que é apresentada na tabela anterior, é notória a diferença entre os impactes causados pelas duas opções de leitura estudadas, sendo que o livro tradicional

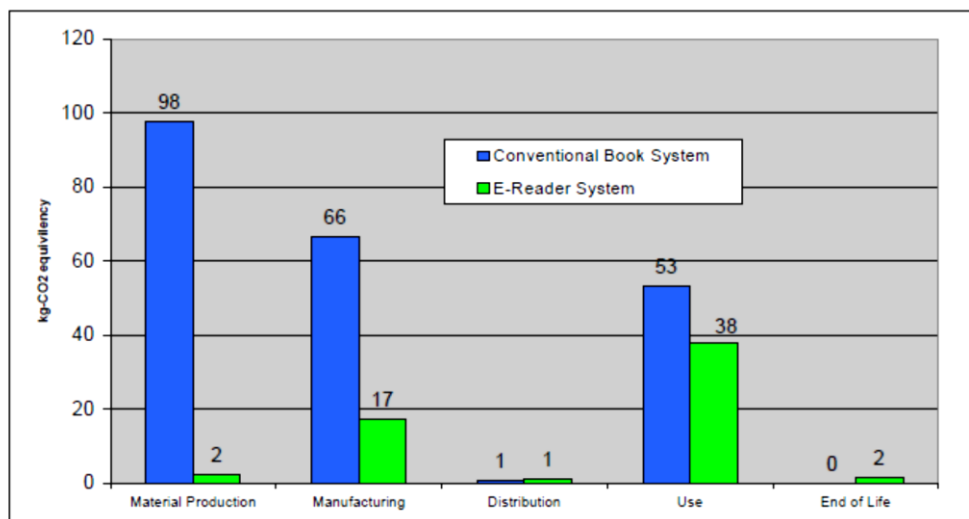
tem um pior desempenho ambiental nas três categorias avaliadas. Na categoria relativa ao Aquecimento Global, as emissões de gases com efeito de estufa, quase atingem o quadruplo do valor que é emitido pelos e-readers.

Para a categoria relativa ao aquecimento global, verifica-se que as etapas que representam os maiores impactes, no caso do livro tradicional, são as de produção de matérias e montagem do produto, que contribuem com 45% e 30% do total das emissões, respetivamente.

Durante a etapa de uso do produto, as emissões associadas ao livro tradicional prendem-se maioritariamente com as deslocações até à livraria, necessárias para adquirir o livro, enquanto no caso dos ebooks, as emissões estão relacionadas com o consumo de energia para a manutenção dos sistemas informáticos que servem de apoio a este formato e ao acesso aos ebooks online.

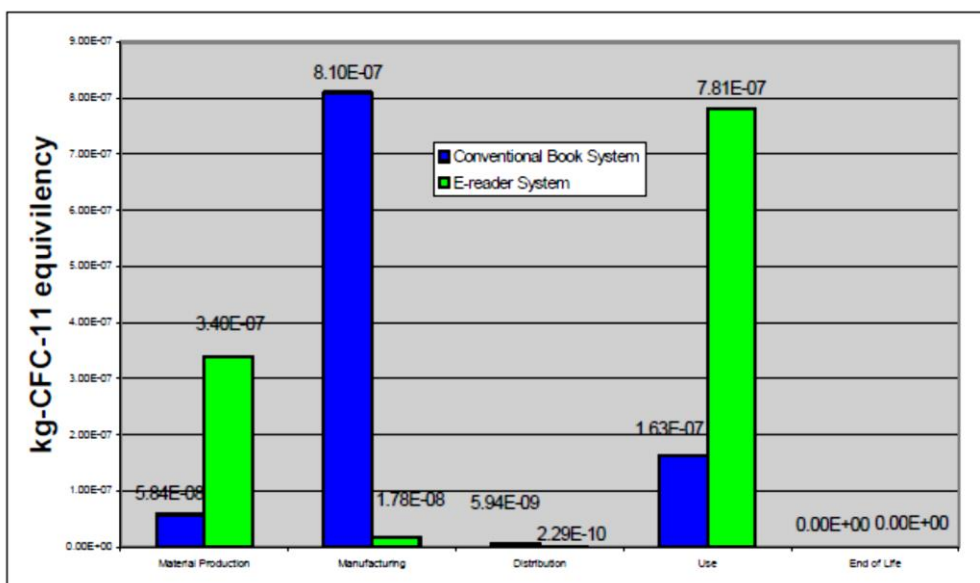
Nas figuras seguintes apresentam-se os gráficos das categorias de Aquecimento Global, Depleção da camada de ozono e Acidificação, respectivamente Figura 6.2, Figura 6.3 e Figura 6.4, onde estão representadas as cinco etapas consideradas pelo autor: produção de materiais, montagem, distribuição, uso e fim de vida.

No caso da categoria Aquecimento global os livros impressos mostram impactes acima dos ebooks, excepto na etapa de distribuição onde tem o mesmo valor e na etapa de fim de vida, que o autor considerou não ser relevante no caso dos livros impressos devido à sua durabilidade Figura 6.2.



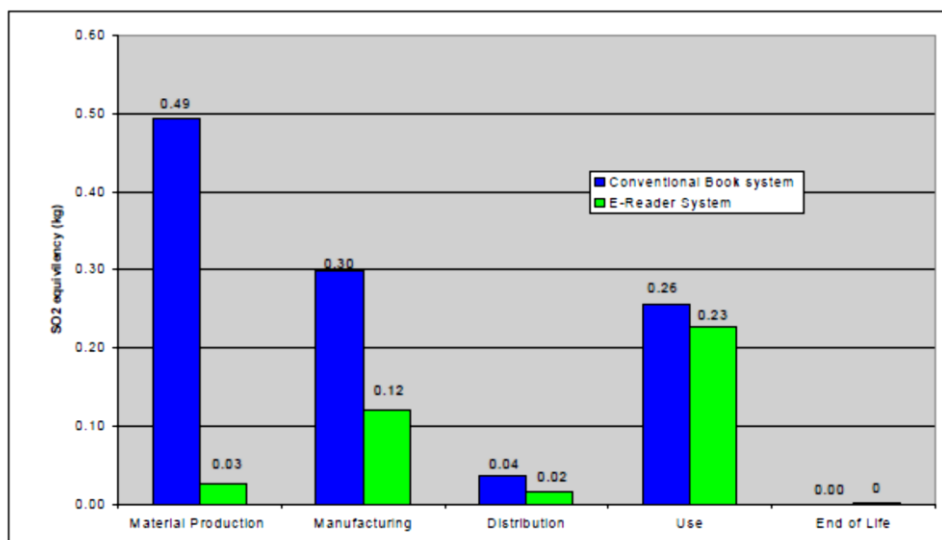
**Figura 6.2: Resultados obtidos por Kozak para a categoria Aquecimento Global (kg CO<sub>2</sub> eq), por etapa do ciclo de vida (etapas: produção de materiais, montagem, distribuição, uso e fim de vida).**

Na Figura 6.3, estão representados os resultados da análise de impacto referente à categoria Depleção do Ozono. Para os livros impressos a etapa de montagem do produto é a que representa um maior impacto, enquanto que para os e-readers, as etapas mais problemáticas são a produção de matérias e o uso do produto. Estes resultados estão relacionados com as emissões de derivadas do consumo energético e de combustíveis, bem como das emissões resultantes do processo de produção de materiais para o e-reader.



**Figura 6.3: Resultados obtidos por Kozak para a categoria Depleção da Camada de Ozono (kg CFC-11<sub>eq</sub>), por etapa do ciclo de vida (etapas: produção de materiais, montagem, distribuição, uso e fim de vida).**

Relativamente à acidificação, verifica-se que o livro impresso tem um maior impacto nas etapas de produção de materiais, montagem e uso do produto, quando comparado com o e-reader. Isto é devido às emissões de SO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub> que resultam da produção de papel e do transporte a ele associado (Figura 6.4).



**Figura 6.4: Resultados obtidos por Kozak para a categoria Acidificação (kg SO<sub>2</sub> eq), por etapa do ciclo de vida (etapas: produção de materiais, montagem, distribuição, uso e fim de vida).**

## **6.2 SCREENING ENVIRONMENTAL LIFE CYCLE ASSESSMENT OF PRINTED, WEB BASED AND TABLET E-PAPER NEWSPAPER**

Autor (es): Åsa Moberg, Martin Johansson, Göran Finnveden and Alex Jonsson

Ano: 2009

KTH Centre for Sustainable Communications – Stockholm

Este tipo de análise (Screening LCA) serve como uma rápida avaliação dos impactes ambientais de um produto, não se obtendo resultados detalhados, uma vez que geralmente se baseiam em pressupostos mais gerais, nem devendo os resultados ser comparados com estudos de ACV mais detalhados. Os resultados representam apenas uma estimativa dos impactes, úteis, principalmente nas primeiras etapas da conceção de um produto, durante as quais ainda não se sabe exatamente que materiais e cadeia de fornecedores vão ser necessários. Por estas razões neste tipo de estudo são focados apenas os aspetos mais importante para a análise em questão (EsBGuide Project, 2012).

Ao realizar-se esta abordagem alternativa, é, tal como na ACV mais completa, importante incluir todos os processos e materiais que sejam relevantes para a produção do produto, no entanto alguns com menor relevância podem ser excluídos. Neste tipo de análise a qualidade dos dados é assim menos importante do que numa ACV (Moberg, et al., 2009).

### **6.2.1 Objetivos**

Neste estudo, são comparadas três opções para a leitura de um jornal, a versão impressa, a versão lida num tablet e a versão on-line, considerando um cenário europeu e sueco. O sistema para leitura num tablet estava ainda a ser desenvolvido para este jornal, tendo sido realizados alguns testes nos quais alguns consumidores o liam neste formato.

O objetivo é identificar os potenciais impactes ambientais associados a cada uma destas opções, e verificar que aspetos da produção de cada um deles serão mais relevantes do ponto de vista ambiental, tendo em atenção os pressupostos assumidos. Um objetivo secundário é o de identificar áreas com falta de informação e dados que permitam realizar uma ACV mais detalhada.

Para a comparação entre as opções referidas, foi escolhido um jornal sueco que já desenvolve a sua atividades através destas três plataformas. É considerada inicialmente uma perspetiva Europeia para o fornecimento de eletricidade, gestão de resíduos, etc.; adicionalmente é considerada também uma perspetiva Sueca.



### 6.2.2 Unidade Funcional

Para este estudo, a unidade funcional definida é o consumo de jornais, por parte de um único leitor, durante um período de tempo de um ano. As três opções foram estudadas separadamente não tendo sido feitas combinações, ou seja, cada leitor tem acesso apenas a um tipo de suporte para ler o jornal.

### 6.2.3 Limites do Sistema

Geograficamente, as fronteiras do sistema consideradas nos dois cenários avaliados foram definidas como sendo o espaço Europeu num deles, e a Suécia no outro. Esta definição vai assim afetar os dados usados em termos de origem da energia elétrica consumida para a etapa de produção e uso do produto, o transporte de materiais, a distribuição do jornal e a gestão de resíduos.

Temporalmente foi definido um período de tempo de um ano, para a leitura dos jornais, mas considerando um cenário futuro, quando seria previsível que a utilização de tablets fosse em maior escala. À data de realização do estudo a utilização de tablets ainda não era significativa, pelo que foi considerado um cenário para cerca de cinco anos mais tarde.

### 6.2.4 Principais Pressupostos

No caso da versão impressa é assumido que o transporte de papel é realizado uma parte com camião e outra parte por comboio, sendo que depois de esgotada a sua utilidade o jornal será encaminhado para valorização, e que 60% é reciclado, 10% incinerado e 30% depositado em aterro.

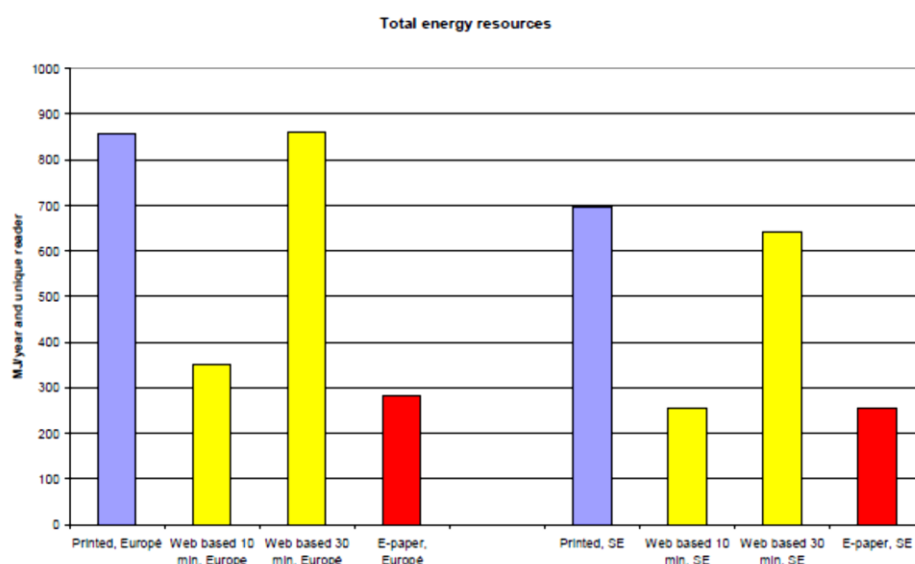
No caso da leitura online é assumido que o computador é usado por um período de tempo de 4 horas para a formatação do jornal, e que a sua vida útil é de 5 anos; também o transporte foi considerado em dois meios, barco e camião, sendo a origem do produto a China e o destino a Europa. Considerou-se ainda que 70% do material do computador e ecrã são reciclados, enquanto os restantes 30% são incinerados. Para tempo de duração de leitura foram consideradas duas possibilidades, uma de 10 min. outra de 30 min.

Para a opção de leitura no tablet foi também considerado que o transporte da China até à Europa se realiza de barco e de camião, e que 70% do aparelho é reciclado e 30% incinerado. Para a realização deste estudo não foi considerada a composição e produção do ecrã e-Ink, sendo o tempo de vida útil do aparelho de um ano, devido à rápida evolução do mercado. O tempo de leitura diário seria de 30 minutos. Foi também considerado que o tablet seria usado metade do tempo para a leitura do jornal, logo apenas metade dos recursos gastos para a sua produção estão alocados a esta análise. A reciclagem dos equipamentos eletrónicos não foi incluída na análise

## 6.2.5 Resultados

Os resultados obtidos representam os dois cenários considerados, Europeu e Sueco, para cada uma das três opções de produto; no caso da leitura online são apresentados resultados para dois cenários considerando 10 min. ou 30 min. de leitura.

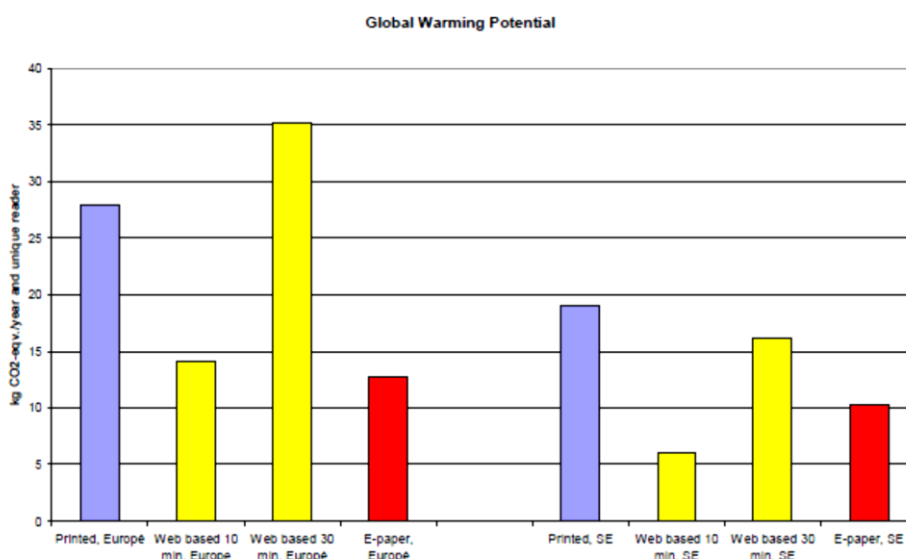
No caso dos recursos energéticos, ainda que sejam considerados dois cenários, o padrão que surge para as opções consideradas é muito semelhante, tendo o jornal impresso os maior consumo de energia. No caso da leitura online, durante 10min e da leitura num tablet os valores são muito próximos, sendo desprezáveis no cenário Sueco. No cenário Europeu a opção pelo tablet é a que revela um menor consumo energético.



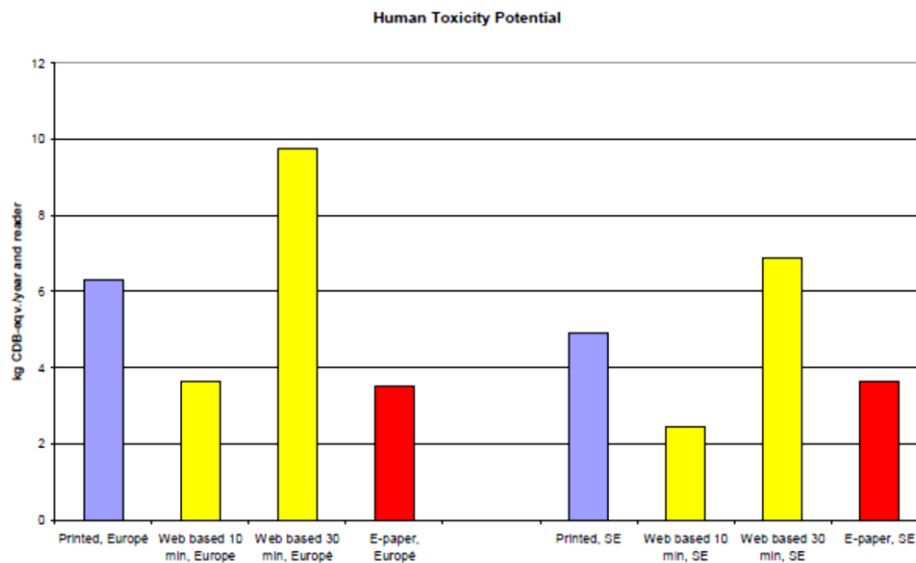
**Figura 6.5: Resultados obtidos por Moberg, et al. para o Total de Recursos Energéticos (MJ/ano e por leitor). Dados para cenário Europeu e Sueco. Comparação entre a leitura de um jornal impresso, leitura de um jornal online (10 min. e 30 min) e a leitura num tablet.**

Para as categorias relativas à eutrofização e depleção da camada de ozono, o jornal impresso foi o que obteve o maior potencial de impacto, no entanto no caso da acidificação, foi a leitura online durante 30 minutos. Mais uma vez a leitura online durante 10 minutos e a leitura num tablet mostram valores muito semelhantes nas categorias de acidificação e eutrofização. No caso da depleção da camada de ozono o potencial de impacto resultante desta análise indica valores próximos entre a leitura num jornal impresso, num tablet ou numa leitura de 30 minutos online.

Relativamente ao Potencial para Aquecimento Global, Figura 6.6, a pior opção é a leitura online durante 30 minutos (Cenário Europeu), enquanto os valores mais baixos são observados para a leitura num tablet (cenário Europeu) e para a leitura online, durante 10 minutos (cenário Sueco). Para o cenário Sueco, a opção que representa um maior impacto é o jornal impresso.



**Figura 6.6: Resultados obtidos por Moberg, et al. para o Potencial de Aquecimento Global (kg CO<sub>2</sub> eq./ano e por leitor). Dados para cenário Europeu e Sueco. Comparação entre a leitura de um jornal impresso, leitura de um jornal online (10 min. e 30 min) e a leitura num tablet.**



**Figura 6.7: Resultados obtidos por Moberg, et al. para o Potencial de Toxicidade Humana (kg CDB eq./ano e por leitor). Dados para cenário Europeu e Sueco. Comparação entre a leitura de um jornal impresso, leitura de um jornal online (10 min. e 30 min) e a leitura num tablet.**

No que se refere ao Potencial para a Toxicidade Humana, Figura 6.7, os resultados obtidos para as diferentes opções de leitura demonstram que o maior potencial de impacto tem origem na leitura online durante 30 minutos, em ambos os cenários, sendo que no cenário Sueco a leitura online por 10 minutos é a que causa menor impacto.

Da comparação entre estas opções, os resultados mostram que, do ponto de vista ambiental, a leitura num tablet ou online, por curto período de tempo (10 min.), são as que demonstram ter menor impacto, quando comparadas com um jornal impresso.

Conclui-se também que com uma leitura online por 30 min., os impactos são próximos dos verificados com o jornal impresso.

### **6.3 KINDLE VS. PRINTED BOOK AN ENVIRONMENTAL ANALYSIS**

Autor (es): Dealva Jade Dowd-Hinkle  
Ano: 2012  
Rochester Institute of Technology -

#### **6.3.1 Objetivos**

Os objetivos a atingir com este estudo são a realização de uma ACV num e-reader e aproveitando uma já existente análise para livros impressos, fazer o ajuste necessário para poder conduzir uma análise comparativa. Mais especificamente os objetivos são:

- ✓ fazer uma ACV a um e-reader (Kindle)
- ✓ recorrer a um estudo anterior sobre livros impressos, adaptando os resultados com base em dados atualizados e pressupostos

Os dados referentes aos livros impressos, utilizados neste estudo têm origem no estudo apresentado no ponto 6.1, na pág.69, do autor Greg Kozak (2009).

#### **6.3.2 Unidade Funcional**

Neste caso a unidade funcional está definida como sendo a leitura de 60 livros, num período de tempo de três anos.

Segundo dados relativos ao aparelho (Kindle) foi concluído que os consumidores o utilizavam em média durante três anos, antes de substituí-lo por um novo ou de este começar a ter problemas de funcionamento. Por outro lado, de um inquérito realizado em 2010 resultou que, em média, um leitor consegue ler dez livros durante um período de seis meses, logo serão 60 livros em três anos.

#### **6.3.3 Limites do Sistema**

A ACV feita ao e-reader inclui os inputs de matérias-primas, a montagem, distribuição e uso do aparelho, bem como a etapa de fim-de-vida.

Este estudo foi baseado em dados de duas regiões diferentes, dependendo da disponibilidade da informação, mas privilegiando sempre que possível informação referente aos EUA. Caso contrario, os dados usados teriam origem em medições feitas na Europa.

Para auxiliar durante a aplicação deste método foi usado o programa SimaPro (versão de 2012) que agrega várias bases de dados de diferentes origens, nem sempre tendo disponíveis os dados mais atuais.

#### 6.3.4 Principais Pressupostos

É assumido que o utilizador escolhe apenas um sistema, impresso ou digital, ou seja, lê 60 livros impressos ou então 60 ebooks, nos três anos considerados

Relativamente ao ecrã com tecnologia e-Ink, uma vez que não foi possível obter informação sobre os seus componentes, a análise foi realizada com base num ecrã LCD de tamanho equivalente.

Tanto o ebook, como o livro impresso foram encomendados através da plataforma da Amazon, logo os impactes de ter este serviço online a funcionar não foram considerados, da mesma forma que os impactes associados a uma livraria também não o foram incluídos na análise. Também a etapa de criação de conteúdo não foi considerada, uma vez que é semelhante nos dois casos, não influenciando o resultado final.

Outro pressuposto considerado é o de que o aparelho, estando a carregar, vai parar de consumir energia assim que a bateria estiver completamente carregada.

#### 6.3.5 Resultados

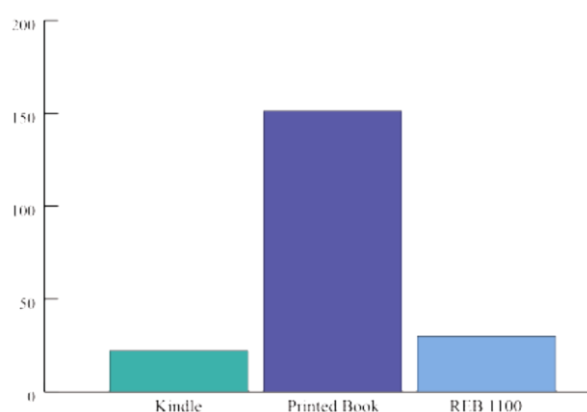
##### Compatibilidades de dados

Para que os dois estudos possam ser comparados, os dados devem ser compatíveis, ou seja, a unidade funcional deve ser equivalente. Assim foi feita uma análise dos dados usados em ambos os estudos, tendo Dowd-Hinkle verificado que, ainda que o período de tempo e quantidade de livros considerada fossem diferentes, o número de palavras (total e por cada página) no seu estudo era sensivelmente metade do considerado por Kozak (total: 10.680.000 palavras vs 5.250.000 palavras). Sendo assim aplicado um factor de  $\frac{1}{2}$  aos dados de Kozak para permitir uma análise comparativa.

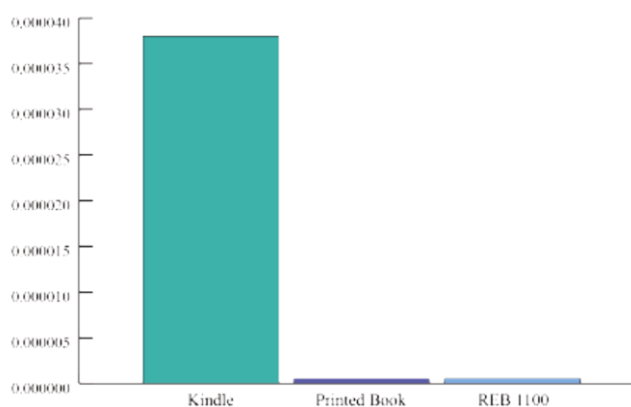
Outro aspeto a ser ajustado é o referente à etapa de fim-de-vida, que Kozak não tinha incluído na sua ACV ao livro impresso. No entanto, tendo Dowd-Hinkle considerado esta etapa na sua análise do Kindle, foi calcular também o valor referente à etapa de fim-de-vida do livro impresso, que acrescentou aos dados de Kozak.

### Resultado comparativo entre os dois e-readers e o livro impresso

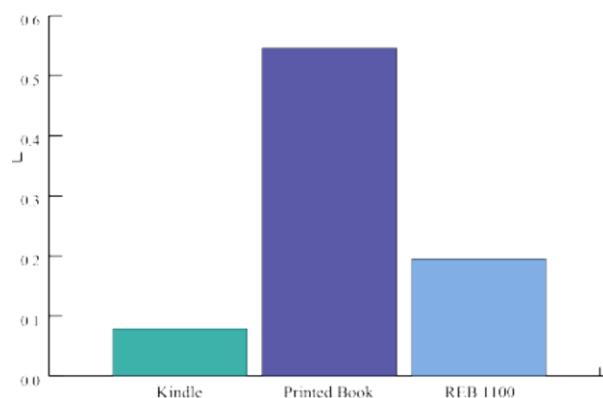
Os resultados apresentados permitem fazer uma comparação entre os três produtos referidos nos dois estudos, depois de ajustados os valores do estudo realizado por Kozak em 2009. Nos gráficos das Figura 6.8, Figura 6.9, Figura 6.10 são apresentados os resultados para o e-reader Kindle (ACV feita neste estudo), para o livro impresso (onde está já incluída a etapa de fim-de-vida) e para o e-reader estudado por Kozak (REB 1100), para as categorias de impacto relativas ao Aquecimento Global, Depleção da camada de Ozono e Acidificação Terrestre.



**Figura 6.8: Resultados obtidos por Dowd-Hinkle para a categoria Aquecimento Global (kg CO<sub>2</sub> eq). Comparação entre o Kindle, livro impresso e REB 1100 (e-reader do estudo de Kozak). Os dados para o livro impresso incluem a etapa de fim-de-vida.**



**Figura 6.9: Resultados obtidos por Dowd-Hinkle para a categoria Depleção da camada de Ozono (kg CFC-11 eq). Comparação entre o Kindle, livro impresso e REB 1100 (e-reader do estudo de Kozak). Os dados para o livro impresso incluem a etapa de fim-de-vida.**



**Figura 6.10: Resultados obtidos por Dowd-Hinkle para a categoria Acidificação Terrestre (kg SO<sub>2</sub> eq). Comparação entre o Kindle, livro impresso e REB 1100 (e-reader do estudo de Kozak). Os dados para o livro impresso incluem a etapa de fim-de-vida.**

Como se pode observar pelos gráficos das figuras anteriores, o livro impresso tem impactos bastantes superiores do que qualquer uma das opções de e-reader referidas, para as categorias de aquecimento global e de acidificação terrestre. Isto ocorre principalmente devido à energia elétrica necessária durante a etapa de manufatura e ao combustível associado ao transporte.

Por outro lado, no caso da categoria de depleção da camada de ozono, é o e-reader Kindle quem apresenta um maior potencial para causar impacto ambiental, comparativamente às outras opções, em especial o outro e-reader, REB 1100. Para o REB 1100 os impactos advêm principalmente da produção de matérias e da etapa de uso. No caso do Kindle o impacto é devido maioritariamente à etapa de manufatura, em particular no que diz respeito à bateria e que liberta uma grande quantidade de CFC na atmosfera, sendo essa a razão dos resultados obtidos.

Isto demonstra que, ainda que os e-readers tenham evoluído bastante, tanto nas suas características de utilização (como capacidade de memória), como no seu desempenho ambiental, alguns aspetos, como este da bateria, pioraram bastante. Esta diferença tão significativa também pode ser devida à utilização de diferentes bases de dados por parte dos dois autores, bem como ao facto da composição das baterias ser diferente, o que pode influenciar bastante os resultados e não permitir que os dois aparelhos sejam completamente comparáveis.

Resumindo, os resultados obtidos indicam que, em geral o Kindle demonstrou ter menos impactos ambientais, tendo em conta a unidade funcional definida. No entanto, estes dados podem sofrer grandes variações caso seja considerada a possibilidade de partilha de livros,



sendo que quanto mais pessoas lerem o mesmo livro impresso, menores serão os impactes provocados por pessoa. No caso dos e-readers, aumentar o número de leitores significa aumentar o número de aparelhos, uma vez que a partilha seria complicada, no entanto, aumentar o número de livros lidos por aparelho, faz diminuir os impactes provocados por cada livro lido. Estes factos demonstram que ainda que os resultados obtidos sejam bastante dependentes da etapa de uso, dependendo da quantidade de livros lidos e/ou da partilha entre livros impressos.

## 6.4 SÍNTESE DAS CONCLUSÕES DOS DIFERENTES TRABALHOS

Nas três análises apresentadas neste capítulo, embora realizadas tendo em conta uma unidade funcional diferente e sistemas com limites específicos, as conclusões vão no mesmo sentido, bem como a maioria das limitações encontradas.

As limitações mais referidas são a falta ou dificuldade na recolha de dados para a fase de inventário, ainda que as bases de dados associadas a cada *software* para apoio numa ACV sejam uma ajuda preciosa, alguns dados não são atualizados à mesma velocidade que as tecnologias evoluem. Particularmente no caso dos e-readers e dos ecrãs e-Ink, cuja informação sobre os seus componentes não é de fácil acesso, tendo que ser introduzidos alguns pressupostos, como por exemplo a realização da análise com base num ecrã LCD em vez de um ecrã com a tecnologia e-Ink.

As ACV apresentadas, ainda que realizadas em zonas do mundo diferentes, com e-readers distintos e com alguns anos de diferença, apontam, de maneira geral para um melhor desempenho ambiental no caso da opção de leitura em formato ebook.

São no entanto cautelosos em tirar conclusões absolutas, uma vez que o impacto de ambas as opções está, até certo ponto, dependente de quanto tempo dura o produto e de que forma ele é utilizado. Em particular no caso dos e-readers, que é expectável que tenham uma vida útil muito mais curta do que a dos livros, que podem durar centenas de anos em boas condições.

Relativamente à Análise de Impacte, as categorias referidas no conjunto das três ACV foram o Aquecimento Global, a Toxicidade Humana, Acidificação e Depleção da camada de Ozono. Com exceção da categoria referente à Depleção da camada de Ozono, de maneira geral, a leitura num formato digital tem consistentemente um melhor desempenho, apresentando um menor ou muito menor potencial de impacto ambiental.

Os principais impactos ambientais durante o ciclo de vida de um livro impresso são na etapa de produção de papel e montagem, pela grande quantidade de matérias e energia necessários, enquanto no caso dos ebooks, as etapas mais problemáticas são as de montagem e uso de produto, em especial no que diz respeito à manutenção das plataformas digitais que servem de suporte no acesso e disponibilização de ebooks.

## 7. Conclusões

---

A passagem de informação através da palavra escrita foi e continua a ser de extrema importância no quotidiano de uma sociedade, no entanto o suporte físico que a apoia tem vindo a sofrer algumas transformações, como por exemplo a transição do papel para o universo digital. Tanto a alteração no suporte físico da palavra como a rapidez com que é transmitida têm vindo a gerar mudanças em várias áreas da sociedade.

Uma delas é o setor editorial, que com a banalização da internet começou a criar conteúdos para impressão e para divulgação através da rede digital. No entanto nos últimos anos, esta tendência de transpor informação para o formato digital tem vindo a crescer, em particular dentro do setor do livro, especialmente impulsionado pelo lançamento de aparelhos dedicados para a leitura em formato digital.

Juntamente com o crescimento deste segmento de mercado, cresce também o interesse e a dúvida sobre o desempenho ambiental destes novos aparelhos, comparativamente ao tradicional livro impresso, tornando-se assim relevante uma ACV.

A ACV é um método de avaliação do impacto ambiental que está associado a um produto ou serviço, durante o seu ciclo de vida, ou seja faz uma compilação de todas as entradas, saídas e avaliação dos impactos ambientais associados a um determinado produto ou serviço ao longo de todas as etapas do seu ciclo de vida (Ferrão, 1998). No entanto as ACV não consideram o desempenho técnico, os custos, ou a aprovação social e política. Por esta razão, é recomendado utilizá-la em conjunto com outros parâmetros (EPA, 2006).

Ao longo deste trabalho foi feita uma ACV, ainda que teórica, comparando estas duas opções de leitura, apresentando depois alguns trabalhos efetuados em volta desta temática, tendo sido analisadas as conclusões obtidas em cada um deles.

Um dos aspetos mais importantes de uma ACV é a definição dos limites do sistema, sendo particularmente relevante neste caso pelo facto de serem necessárias matérias-primas de diferentes partes do globo para a sua produção, mas também pelo facto de que associado ao mundo digital está um mercado também global. Por esta razão, os estudos apresentados limitam, em geral, o mercado de compra de livros e e-readers às fronteiras de um país, permitindo simplificar os dados necessários.

Esta simplificação é muitas vezes a única maneira de contornar a dificuldade e morosidade na recolha e gestão de dados, que é uma das limitações que surge mais frequentemente

com este tipo de análise. Esta questão torna-se, tão mais complexa quanto maior for o aumento da exigência no rigor e precisão dos dados.

Um exemplo das simplificações que foram realizadas nos estudos apresentados foi considerar que o utilizador lê exclusivamente num dos formatos, seja ele o impresso ou digital (que pode ser lido em diferentes aparelhos) não havendo uma sobreposição. No entanto, na realidade existe uma complementaridade, ou seja, alguns tipos de publicações são lidas no computador, outras no tablet e outras impressas; a mesma pessoa pode até ter a mesma publicação nos dois suportes (impresso e digital), o que leva a um acumulo de impactes em vez de uma escolha entre um ou outro. Naturalmente este tipo de variáveis são difíceis de quantificar e avaliar.

Da análise dos estudos referidos neste trabalho foi possível concluir que devido a estas simplificações e pressupostos assumidos ao longo da ACV cada estudo é específico e está associado a um determinado cenário em particular, não devendo as conclusões obtidas ser generalizadas para fora desse contexto

Da mesma forma, a comparação entre diferentes estudos é dificultada pelas diferentes decisões particulares, que vão sendo tomadas por cada autor. Um exemplo disso é a origem dos dados recolhidos, que variam de acordo com a base de dados escolhida, e a zona do globo à qual se referem, a maneira como foram medidos, etc.

Existem assim várias limitações relativamente à recolha de dados, em particular a não homogeneização dos dados entre as diferentes bases de dados, que usam pressupostos e realidades diferentes para a recolha dos seus dados, o que pode impedir que estes sejam comparáveis entre si, ou usados numa mesma análise. No entanto à medida que cresce o número de estudos nesta área, existem também mais dados disponíveis, cabendo ao investigador decidir quais os mais adequados a cada contexto

A ACV é então um método de avaliação de impacte ambiental extremamente útil, desde que se compreendam as suas limitações, e que cada análise tem um determinado contexto, não devendo as conclusões ser generalizadas para além dele.

Tendo em atenção todos estes aspetos, da análise das conclusões dos referidos estudos, verifica-se que apesar de cada ACV ter sido realizada em contextos e com pressupostos específicos e particulares, as conclusões obtidas vão no sentido de que a leitura em formato digital tem um melhor desempenho ambiental, relativamente ao tradicional livro impresso.

## 8. Recomendações

---

Sendo esta uma temática muito vasta e que envolve várias áreas, incluindo aspetos sociais, culturais ou económicos, que podem influenciar os hábitos de leitura, bem como a aquisição de livros (impressos e/ou digitais) por parte dos consumidores, seria interessante explorar o tema de outros pontos de vista além do apresentado neste trabalho.

No caso de Portugal, e considerando que o uso e disponibilidade de ebook's e e-readers está ainda a dar os primeiros passos, seria interessante perceber até que ponto os consumidores nacionais estão dispostos a adquirir um ebook em vez de um livro físico (ou que percentagem o faz), mas também se a leitura é realizada num e-reader ou num aparelho mais versátil como tablet's ou computadores. Estas últimas variáveis são especialmente relevantes durante a etapa de uso, uma vez que o suporte físico utilizado para a leitura do formato digital tem influência nos resultados deste tipo de análise.

Outros dados relevantes da fase de uso, que seria interessante verificar é por exemplo, o tempo de leitura, duração da bateria, acesso à internet para compra de ebooks (que influencia a duração da bateria) ou até mesmo investigar se existe alguma alteração dos hábitos de leitura pelo uso deste aparelho, dado estes serem parâmetros que variam de pessoa para pessoa e ao longo do tempo.

Em particular, seria interessante perceber como é que o aumento do tempo que foi definido para análise iria influenciar os resultados, dado que os livros podem durar centenas de anos e passar por vários leitores, enquanto que com os e-readers isso não acontece. A questão que aqui se coloca é durante quanto tempo o e-reader ainda se apresentará com um melhor desempenho ambiental. Ou seja, num período de tempo mais alargado o e-reader seria provavelmente substituído ao fim de determinado número de anos, enquanto o livro é sempre o mesmo.

Outro aspeto que poderia ser investigado é a viabilidade do formato digital em alguns dos géneros literários, por exemplo no caso de livros escolares, que são atualizados com bastante frequência tendo um tempo de vida de 2 ou 3 anos, ou no caso de publicações periódicas (diárias, semanais, e outras), talvez faça mais sentido o formato digital. No entanto noutros géneros literários, cujo conteúdo não sofre alterações e se podem manter durante dezenas de anos, passando por vários leitores, talvez a opção mais interessante seja a impressa.

Finalmente e como complemento da ACV seria interessante realizar uma avaliação dos custos monetários de ambos os sistemas, dado que os ebooks têm em geral um preço mais baixo por não existirem custos de impressão, distribuição nem de uma loja física, no entanto, a manutenção das plataformas de acesso aos ebooks traz alguns custos associados e as editoras têm ainda de manter uma margem de lucro.

## Referências Bibliográficas

---

**Alcobia, Betina Alves. 2009.** Desenvolvimento de um modelo conceptual para a Análise do Ciclo de Vida (ACV) de tecnologias de tratamento e valorização de óleos usados. [Online] 2009. <http://hdl.handle.net/10362/3578>.

**Amazon.** Recycling Our Products. [Online]  
<http://www.amazon.com/gp/help/customer/display.html?nodeId=200197550>.

**APA. 2014.** Resíduos de Equipamento Elétrico e Eletrónico. [Online] Agência Portuguesa do Ambiente, 2014.  
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=16&subref=84&sub2ref=197&sub3ref=290>.

—. Rótulo Ecológico da União Europeia (REUE). [Online]  
<http://www.apambiente.pt/index.php?ref=17&subref=154&sub2ref=267&sub3ref=476>.

**APEL. 2010.** E-books e ISBNs. [Online] 2010.  
<http://apel.pt/pageview.aspx?pageid=568&langid=1>.

—. 2010. Sistema do ISBN. [Online] 2010.  
<http://apel.pt/pageview.aspx?pageid=217&langid=1>.

**Borggren, Clara, Moberg, Åsa e Finnveden, Göran. 2010.** Books from an environmental perspective—Part 1: environmental impacts of paper books sold in traditional and internet bookshops. *Int J Life Cycle Assess* (2011). [Online] 2010.  
[http://download.springer.com/static/pdf/696/art%253A10.1007%252Fs11367-011-0254-1.pdf?auth66=1418671601\\_bf766a973bbbd0d7bda38b9355199fa3&ext=.pdf](http://download.springer.com/static/pdf/696/art%253A10.1007%252Fs11367-011-0254-1.pdf?auth66=1418671601_bf766a973bbbd0d7bda38b9355199fa3&ext=.pdf).

—. 2010. Books from an environmental perspective—Part 2: e-books as an alternative to paper books. *Int J Life Cycle Assess* (2011). [Online] 2010.  
[http://download.springer.com/static/pdf/736/art%253A10.1007%252Fs11367-011-0255-0.pdf?auth66=1418671605\\_1299e75e3cb6f6648387997c01fd91b5&ext=.pdf](http://download.springer.com/static/pdf/736/art%253A10.1007%252Fs11367-011-0255-0.pdf?auth66=1418671605_1299e75e3cb6f6648387997c01fd91b5&ext=.pdf).

**Bowker. 2014.** Self-Publishing in the United States, 2008-2013 (Print and Ebook). [Online] 2014.  
[http://www.bowker.com/assets/downloads/products/bowker\\_selfpublishing\\_report2013.pdf](http://www.bowker.com/assets/downloads/products/bowker_selfpublishing_report2013.pdf).

**Carreiro, Erin. 2010.** Electronic Books: How Digital Devices and Supplementary New Technologies are Changing the Face of the Publishing Industry. [Online] 26 de Outubro de 2010. <http://comminfo.rutgers.edu/~tefko/Courses/Zadar/Readings/Carreiro%20e-books%20publishers%20Pub%20R%20Q%202010.pdf>.

**Ciambrone, David F. 1997.** *Environmental Life Cycle Analysis*. 1997. ISBN 1-56670-214-3.

**Curtis, Sophie. 2014.** 'One in three' ebooks sold on Amazon are self-published. *The Telegraph*. [Online] 21 de Julho de 2014.

<http://www.telegraph.co.uk/technology/amazon/10980706/One-in-three-ebooks-sold-on-Amazon-are-self-published.html>.

**d'Azevedo, Rita Teixeira.** Análise do Ciclo de Vida do Produto - instrumento de Gestão Ambiental. *Naturlink*. [Online] <http://naturlink.sapo.pt/Natureza-e-Ambiente/Gestao-Ambiental/content/Analise-do-Ciclo-de-Vida-do-Produto-instrumento-de-Gestao-Ambiental?bl=1&viewall=true>.

Decreto-Lei n.º 67/2014. *Diário da República Eletrónico*. [Online]

**Deetman, Sebastiaan e Odegard, Ingrid. 2009.** Scanning Life Cycle Assessment of Printed and E-paper Documents based on the iRex Digital Reader. [Online] Março de 2009. <http://media.leidenuniv.nl/legacy/irex-dr1000-lca-scan-final-report.pdf>.

**Dionísio, Pedro, et al. 2012.** Estudo do Setor de Edição e Livrarias e Dimensão do Mercado da Cópia Ilegal. [Online] Março de 2012. [http://www.apel.pt/gest\\_cnt\\_upload/editor/File/EstudodoSetordeEdicaoLivriariaseDimensao doMercadodaCopiallegal\\_06mar2012.pdf](http://www.apel.pt/gest_cnt_upload/editor/File/EstudodoSetordeEdicaoLivriariaseDimensao doMercadodaCopiallegal_06mar2012.pdf).

**Dowd-Hinkle, Dealva Jade. 2012.** Kindle vs. Printed Book An Environmental Analysis. [Online] Rochester Institute of Technology, 2012. <http://scholarworks.rit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=9041&context=theses>.

**EPA. 2006.** *U.S. Environmental Protection Agency. Life cycle assessment: Principles and practice*. Ohio : s.n., 2006.

**EsBGuide Project. 2012.** Screening LCA. *Operational Guidance for Life Cycle Assessment Studies of the Energy Efficient Buildings Initiative*. [Online] 24 de Outubro de 2012. <http://www.eebguide.eu/?p=913>.

**Ferrão, Paulo Cadete. 1998.** *Introdução à Gestão Ambiental - a avaliação do ciclo de vida de produtos*. s.l. : IST Press, 1998. ISBN: 972-8469-05-5.

**Ferreira, José Vicente Rodrigues. 2004.** Análise de Ciclo de Vida dos Produtos. [Online] 2004. [https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F9471062%2F601947455%2Fname%2FACV.pdf&ei=EAKgVJaCEojbaJ\\_igrAC&usg=AFQjCNH45Udk7iV3ivbwNLG6so3X8XzZ0A&vm=bv.75775273,d.bGQ&cad=rja](https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fxa.yimg.com%2Fkq%2Fgroups%2F9471062%2F601947455%2Fname%2FACV.pdf&ei=EAKgVJaCEojbaJ_igrAC&usg=AFQjCNH45Udk7iV3ivbwNLG6so3X8XzZ0A&vm=bv.75775273,d.bGQ&cad=rja).

**Greenfield, Jeremy. 2013.** Hardcover Sales Growth Outpacing Ebooks In 2013. *Forbes*. [Online] 19 de Novembro de 2013. <http://www.forbes.com/sites/jeremygreenfield/2013/11/19/hardcover-sales-growth-outpacing-ebooks-in-2013/>.

**Hunt, Robert G. e Franklin, William E. 1996.** LCA - How it Came About - Personal Reflections on the Origin and the Development of LCA in the USA. [Online] 1996. [http://www.coclear.co/wp-content/uploads/Hunt\\_1996\\_LCA-History-InclCokeGlassBottle.pdf](http://www.coclear.co/wp-content/uploads/Hunt_1996_LCA-History-InclCokeGlassBottle.pdf).

**Infopédia. 2014.** [Online] 2014. <http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/ebook>.



**ISO 14040:2006.** *ISO 14040:2006 - Environmental management – Life cycle assessment - Principles and framework.*

**ISO 14044:2006.** *ISO 14044:2006 - Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines.*

**ISO. 2009.** Environmental management - The ISO 14000 family of International Standards. ISO. [Online] 2009. [http://www.iso.org/iso/theiso14000family\\_2009.pdf](http://www.iso.org/iso/theiso14000family_2009.pdf).

*ISO/TR 14047:2003 - Environmental management — Life cycle impact assessment — Examples of application of ISO 14042.*

*ISO/TR 14049:2000 - Environmental management — Life cycle assessment — Examples of application of ISO 14041 to goal and scope definition and inventory analysis.*

*ISO/TS 14048:2002 - Environmental management — Life cycle assessment — Data documentation format.*

**Kobo.** Programa de e-reciclagem da Kobo. [Online] <http://pt.kobo.com/erecycling>.

**Kobo store.** Kobo store. [Online]  
[http://pt.kobo.com/devices?\\_\\_\\_store=pt&style=onestore#ereaders](http://pt.kobo.com/devices?___store=pt&style=onestore#ereaders).

**Kozak, Greg. 2003.** Printed Scholarly Books and E-book Reading Devices: A Comparative Life Cycle Assessment of Two Book Options. [Online] Agosto de 2003.  
[http://css.snre.umich.edu/css\\_doc/CSS03-04.pdf](http://css.snre.umich.edu/css_doc/CSS03-04.pdf).

**Malik, Shiv. 2012.** Kindle ebook sales have overtaken Amazon print sales, says book seller. *The Guardian*. [Online] 6 de Agosto de 2012.  
<http://www.theguardian.com/books/2012/aug/06/amazon-kindle-ebook-sales-overtake-print>.

**Manhart, Andreas. 2007.** Key Social Impacts of Electronics Production and WEEE-Recycling in China. [Online] Junho de 2007.  
[http://ewasteguide.info/files/Manhart\\_2007\\_OekoInst.pdf](http://ewasteguide.info/files/Manhart_2007_OekoInst.pdf).

**Moberg, Åsa, et al. 2009.** Screening environmental life cycle assessment of printed, web based and tablet e-paper. [Online] KTH Centre for Sustainable Communications, 2009.  
[http://www.csc.kth.se/sustain/publications/reportfiles/sus\\_2007\\_1\\_moberg\\_et\\_al\\_report\\_updated.pdf](http://www.csc.kth.se/sustain/publications/reportfiles/sus_2007_1_moberg_et_al_report_updated.pdf).

**Munn, Andrew, Morse, Elizabeth e Ihn, James. 2007.** Computer Industry Impacts on the Environment and Society. [Online] 2007. <http://sitemaker.umich.edu/section002group3/home>.

**Neves, José Soares e Lima, Maria João. 2008.** *A leitura em Portugal: perfis e tipos de leitores.* 2008.

**Neves, José Soares, et al. 2014.** Comércio livreiro em Portugal - Estado da arte na segunda década do século XXI. [Online] Setembro de 2014.  
[http://www.apel.pt/gest\\_cnt\\_upload/editor/File/COMERCIO\\_LIVREIRO\\_APEL\\_\\_SET2014\\_SEC.pdf](http://www.apel.pt/gest_cnt_upload/editor/File/COMERCIO_LIVREIRO_APEL__SET2014_SEC.pdf). ISBN: 978-972-9202-53-7.

**Neves, José Soares, et al. 2012.** Inquérito ao Sector do Livro: Parte I - Enquadramento e Diagnóstico. [Online] Setembro de 2012. <http://www.oac.pt/inq-sect-livro-I.htm>. ISBN: 978-972-8488-43-7.

**Neves, José Soares, Santos, Jorge Alves dos e Vaz, Alexandra. 2012.** Inquérito ao Sector do Livro: Parte II – Inquéritos à Edição e à Comercialização. [Online] Setembro de 2012. <http://www.oac.pt/inq-sect-livro-II.htm>. ISBN: 978-972-8488-44-4.

**PE International - Sustainability Performance.** A brief history of Life Cycle Assessment (LCA). [Online] <http://www.pe-international.com/company/newsroom/news-detail/article/a-brief-history-of-life-cycle-assessment-lca/>.

**Pew Research Center. 2014.** E-Reading Rises as Device Ownership Jumps. [Online] Pew Research Internet Project, Janeiro de 2014. [http://www.pewinternet.org/files/2014/01/PIP\\_E-reading\\_011614.pdf](http://www.pewinternet.org/files/2014/01/PIP_E-reading_011614.pdf).

**Project Gutenberg.** Project Gutenberg. [Online] <http://www.gutenberg.org>.

**Rea, Sharyn. 2014.** Determination DEP87: Depreciation rate for tablet computers and electronic media storage devices. [Online] 28 de Abril de 2014. <http://www.ird.govt.nz/technical-tax/determinations/depreciation/depreciation-deter-dep87.html>.

**Recipac.** Recipac. [Online] <http://recipac.pt/>.

**Ritch, Emma. 2009.** THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF AMAZON'S KINDLE – EXECUTIVE BRIEF. [Online] Cleantech Group LLC, 2009. [http://www.tkearth.com/downloads/thoughts\\_ereaders.pdf](http://www.tkearth.com/downloads/thoughts_ereaders.pdf).

Rótulo Ecológico. *Sínteses da legislação da UE*. [Online] [http://europa.eu/legislation\\_summaries/other/l28020\\_pt.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/other/l28020_pt.htm).

**Santos, Maria de Lourdes Lima dos, et al. 2007.** *A Leitura em Portugal*. s.l. : Gabinete de Estatística e Planeamento da Educação (GEPE), 2007. ISBN: 978-972-614-419-9.

—. 2007. *A Leitura em Portugal*. [Online] Outubro de 2007. <http://www.planonacionaldeleitura.gov.pt/PNLEstudos/uploads/ficheiros/leitura-portugal.pdf>. ISBN: 978-972-614-419-9.

**SCA - Svenska Cellulosa Aktiebolaget. 2010.** Produção de papel. [Online] 2010. [http://www.sca.com/Global/Publicationpapers/pdf/Brochures/Papermaking\\_PT.pdf](http://www.sca.com/Global/Publicationpapers/pdf/Brochures/Papermaking_PT.pdf).

**Teehan, Paul. 2013.** Life cycle assessment studies of tablet PCs. [Online] Dezembro de 2013. [http://greenelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/2013/12/slateswkshp/GECTabletsWorkshopDec2013\\_LCA\\_Teehan.pdf](http://greenelectronicscouncil.org/wp-content/uploads/2013/12/slateswkshp/GECTabletsWorkshopDec2013_LCA_Teehan.pdf).

**UNOPS. 2009.** A GUIDE TO ENVIRONMENTAL LABELS. [Online] Julho de 2009. [https://www.ungm.org/Areas/Public/Downloads/Env\\_Labels\\_Guide.pdf](https://www.ungm.org/Areas/Public/Downloads/Env_Labels_Guide.pdf).

**VTT. 2010.** Carbon footprint of a hardback book brochure. [Online] VTT Technical Research Centre of Finland, 2010. [http://www.vtt.fi/files/sites/leader/book\\_cf\\_2010.pdf](http://www.vtt.fi/files/sites/leader/book_cf_2010.pdf).

**Wikipédia.** Kindle. [Online]

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Kindle#Primeira\\_gera.C3.A7.C3.A3o:\\_Kindle](http://pt.wikipedia.org/wiki/Kindle#Primeira_gera.C3.A7.C3.A3o:_Kindle).

—. Kindle. [Online] [http://pt.wikipedia.org/wiki/Kindle#Primeira\\_gera.C3.A7.C3.A3o:\\_Kindle](http://pt.wikipedia.org/wiki/Kindle#Primeira_gera.C3.A7.C3.A3o:_Kindle).

—. Papel. [Online] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Papel>.

**Wikipedia.** Project Gutenberg. [Online] [http://en.wikipedia.org/wiki/Project\\_Gutenberg](http://en.wikipedia.org/wiki/Project_Gutenberg).

**Zgola, Melissa, Dettling, Jon e Strecker, Tim. 2012.** E-book or paperback? The role of consumer behavior in environmental performance. [Online] Setembro de 2012.

<http://lcacenter.org/lcaxii/final-presentations/561.pdf>.

**Zickuhr, Kathryn, et al. 2012.** Younger Americans' Reading and Library Habits. [Online] Outubro de 2012. [http://libraries.pewinternet.org/files/legacy-pdf/PIP\\_YoungerLibraryPatrons.pdf](http://libraries.pewinternet.org/files/legacy-pdf/PIP_YoungerLibraryPatrons.pdf).